

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E SISTEMAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DEVANIL ANTONIO FRANCISCO

MINIMIZAÇÃO DOS ESTOQUES PARA FORÇAR O APARECIMENTO DOS  
PROBLEMAS QUE EXISTEM NA EMPRESA

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA



0.196.211-3

UFSC-BU

FLORIANÓPOLIS, NOVEMBRO 1991

SC - BRASIL

MINIMIZAÇÃO DOS ESTOQUES PARA FORÇAR O APARECIMENTO DOS  
PROBLEMAS QUE EXISTEM NA EMPRESA

DEVANIL ANTONIO FRANCISCO

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO  
TÍTULO DE

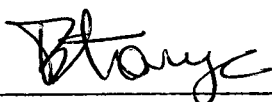
MESTRE EM ENGENHARIA

ESPECIALIDADE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO E APROVADA EM SUA  
FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO.

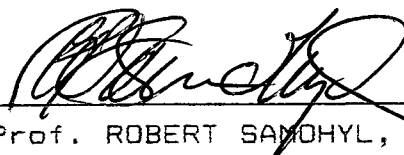


Prof. NERI DOS SANTOS, Dr. Ing.  
Coordenador

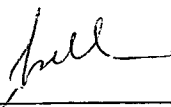
BANCA EXAMINADORA:



Prof. PLÍNIO STANGE, DR. Ing.  
Orientador/Presidente



Prof. ROBERT SANDHYL, Ph.D.



Prof.<sup>a</sup> INGEBORG SELL, Dr.Rer.Nat.

## AGRADECIMENTOS

Muitos se tornaram merecedores de meus agradecimentos, entre eles:

- O professor, doutor Plínio Stange, pela orientação e apoio no decorrer deste trabalho.

- O CNPQ e a CAPES pelo auxílio financeiro.

- A Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de participar do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas.

- Todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, em especial aos professores Robert Samohyl, Luís Fernando Haineck e Ingeborg Sell e as funcionárias Aldanei Taveres e a Zelita Chaves de Souza, pelo apoio e colaboração prestados.

- Todos que, direta e indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Aos meus Pais e Irmãos.

## RESUMO

Durante muitos anos pensou-se que nenhuma empresa poderia sobreviver no mercado sem uma quantidade razoável de estoques, cuja principal função seria evitar paralizações nas linhas de produção.

Entretanto, em meados dos anos 70, com a criação do Sistema de Produção com Estoque Minimizado pelos japoneses (mais especificamente a Toyota japonesa), este mito foi derrubado, ou seja, eles mostraram que é possível administrar satisfatoriamente uma empresa com uma quantidade reduzidíssima de estoques.

Esta dissertação apresenta o Sistema de Produção com Estoque Minimizado em todas as suas minúcias, destacando seus principais elementos: Just-in-Time (JIT) e o Controle Total de Qualidade (TQC), objetivando forçar o aparecimento dos problemas existentes na empresa para então resolvê-los adequadamente.

Ao final, é apresentado um algoritmo com o objetivo de auxiliar a implantação do Sistema de Produção com Estoques Minimizado em uma empresa qualquer.

## ABSTRACT

During many years was thought that no firm could survive in the market without reasonable inventory quantities, which would serve to avoid break downs in the production line.

Meanwhile, in mid the 70's, with the creation by the Japanese (more specif.. Toyota) of the Minimum Inventory Quantity Production System, this myth was disproved, in other words, they showed that it is possible to manage a firm in a satisfactory way using very small inventory quantities.

This dissertation presents, in great detail, the Minimum Inventory Quantity Production System, emphasizing its principal elements: Just-in-Time (JIT) and Total Quality Control (TQC), which force the problems existing in the firm to appear and, then to solve them in an efficient way.

At the end of this dissertation we present an algorithm, which should serve to help any firm introduce the Minimum Inventory Quality Production System.

## SUMÁRIO

Página

LISTA DE QUADROS .....	XII
LISTA DE FIGURAS .....	XIII

### CAPÍTULO I

#### 1 - INTRODUÇÃO

1-1 Origem e Objetivos do Trabalho.....	01
1-2 Importância do Trabalho .....	04
1-3 Estrutura do Trabalho .....	05
1-4 Limitações do Trabalho .....	06

### CAPÍTULO II

#### 2 - HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO

2-1 Introdução .....	08
2-2 A Primeira Transformação.....	08

2-3	A Segunda Transformação .....	11
2-4	A Terceira Transformação .....	14

### CAPÍTULO III

#### 3 - ESTOQUES: PRÓS E CONTRAS

3-1	Introdução .....	17
3-2	Prejuízos Causados pelos Estoques .....	18
3.2.1	Grande Investimento em Matéria-Prima .....	19
3.2.2	Juros Sobre o Capital de Giro .....	19
3.2.3	Grandes Almoxxarifados .....	19
3.2.4	Equipamentos Utilizados na Estocagem .....	20
3.2.5	Mão-de-Obra para Estocagem .....	20
3.2.6	Informatização nos Almoxxarifados.....	20
3.2.7	Depreciação e Deterioração dos Estoques .....	21
3.2.8	Obsolescência .....	21
3.2.9	Rejeição de Grandes Lotes .....	22
3.2.10	Outras .....	22
3-3	As Vantagens de se Manter Estoques .....	22
3.3.1	Eventual Quebra de Máquinas .....	23
3.3.2	Atraso por Parte dos Fornecedores .....	23
3.3.3	Mão-de-Obra sem o Devido Treinamento .....	23
3.3.4	Eventual Quebra de Ferramentas .....	24
3.3.5	Acidentes com Funcionários .....	24
3.3.6	Erros de Planejamentos da Produção .....	24
3.3.7	Eventual Erro de Previsão de Vendas .....	25

3.3.8	Má Qualidade .....	25
3.3.9	Especulação .....	25
3.3.10	Possível Falta de Matéria-Prima .....	26

## CAPÍTULO IV

### 4 - PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DA PRODUÇÃO

4-1	Introdução .....	27
4-2	Sistemas MRP .....	28
4-3	Just-in-Time ( JIT).....	32
4.3.1	Origem do JIT.....	34
4.3.2	Princípios do JIT .....	36
4.3.3	Idéia do JIT.. .....	37
4.3.4	Objetivos do Sistema JIT.. .....	37
4.3.5	Os Reflexos da Produção JIT.. .....	38
4.3.6	Principais Elementos do JIT.....	38

## CAPÍTULO V

### 5 - PRINCIPAIS ELEMENTOS PARA SE ATINGIR O JUST-IN-TIME

5-1	Introdução.....	40
5-2	Redução do Setup.. .....	40
5.2.1	Quantidade Econômica de Encomenda (EOQ).....	41
5.2.2	Conceitos de Troca Rápida .....	46



5-3	Diversificação e Motivação da Mão-de-Obra .....	47
5.3.1	Teoria X.....	51
5.3.2	Teoria Y.....	51
5.3.3	Teoria Z.....	52
5-4	O House-Keeping (HK).....	57
5.4.1	As Vantagens do House-Keeping.. ..	59
5-5	Sistema de Produção Kanban.....	61
5.5.1	Regras do Kanban .....	66
5.5.2	Número de Cartões Kanban.....	68
5.5.3	Kanban Eletrônico.....	69
5.5.4	União entre JIT e MRP.....	70
5-6	Célula Flexível de Manufatura .....	72
5.6.1	Projeto da Célula de Fabricação .....	75
5.6.2	Combinando as Linhas em Formato de U .....	77
5.6.3	Tecnologia de Grupo.....	79
5-7	Automação de Baixo Custo .....	84
5.7.1	Maquinas a Comando Numérico (NC).....	84
5.7.2	Utilização de Robôs.....	86
5-8	Manutenção Produtiva Total (TPM).....	86
5-9	Produção em Pequenos Lotes .....	89

## CAPÍTULO VI

### 6 - QUALIDADE

6-1	Introdução .....	90
6-2	Diversas Abordagens sobre Qualidade.....	91

6-3	Controle da Qualidade da Empresa.....	95
6.3.1	Evolução do CQ .....	98
6.3.2	Objetivos do CQ .....	100
6.3.3	Vantagens e Benefícios de um Programa CQ .....	101
6-4	Círculos de Controle de Qualidade (CCQ).....	102
6.4.1	Definição de CCQ.....	102
6.4.2	Estrutura do CCQ.....	105
6.4.3	CCQs: Tópicos e Metas.....	107
6.4.4	Implantação do CCQ .....	107
6-5	Controle Total de Qualidade (TQC).....	109
6.5.1	Origens do TQC.....	111
6.5.2	Definição de TQC.....	119
6.5.3	Pontos Primordiais do TQC.....	121
6.5.4	Estrutura do TQC.....	121
6.5.5	Iniciando a Implantação do TQC.....	122
6-6	Controle Estatístico de Processo (CEP).....	123
6.6.1	Sistema de Controle de Processo.....	123
6.6.2	Definição de CEP.....	125
6.6.3	Variações no Processo.....	125
6.6.4	Capacidade do Processo .....	126
6.6.5	Instrumentos do CEP.....	127
6.6.6	Cartas de Controle.....	128
6.6.7	Diagrama de Pareto.....	133
6.6.8	Gráfico de Pareto em Função do Lucro .....	135
6.6.9	Gráfico de Pareto em Função do Lucro e do Custo Máximos .....	136
6.6.10	Diagrama de Causa-Efeito.....	137
6-7	Qualidade Auxiliada por Computador (CAQ).....	140

## CAPÍTULO VII

### 7 - IMPLANTANDO O SISTEMA DE PRODUÇÃO COM ESTOQUE MINIMIZADO

7-1	Introdução.....	143
7-2	Correlações.....	149
7.2.1	Correlação Simples.....	150
7.2.2	Correlação Múltipla.....	151
7-3	Utilização da Programação Matemática no ajustamento de Pontos.....	152
7-4	Esquema para a Implantação Escalonada do Sistema de Produção com Estoque Minimizado.....	154
7.4.1	Algoritmo .....	154
7.4.2	Fluxograma.....	158

## CAPÍTULO VIII

### B - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

8-1	Conclusões.....	160
8-2	Recomendações.....	162

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	163
----------------------------------	-----

## LISTA DE QUADROS

Página

QUADRO 01 - Principais Pressuposições das Teorias X e Y .....	53
QUADRO 02 - Características dos Modelos de Empresas.....	58
QUADRO 03 - Princípios Básicos do Sistema de Cartões Kanban.....	67
QUADRO 04 - Cálculo do Número de Kanbans.....	68
QUADRO 05 - Vantagens/Desvantagens do Uso de Máquinas NC.....	85
QUADRO 06 - Diferenças entre TPM, Manutenção Produtiva, Manutenção Preventiva.....	89

## LISTA DAS FIGURAS

Página

FIGURA 01 - Evolução da Qualidade ao Longo da História Recente..	09
FIGURA 02 - Visão Geral do Sistema MRP I.....	29
FIGURA 03 - Estrutura do Sistema MRP II.....	31
FIGURA 04 - Reflexos da Produção JIT.....	39
FIGURA 05 - Produção em Lotes.....	43
FIGURA 06 - Produção sem Estoques.....	43
FIGURA 07 - Kanban de Requisição.....	63
FIGURA 08 - Kanban de Ordem de Produção.....	63
FIGURA 09 - Controle de Produção Baseado no Kanban. ....	66
FIGURA 10 - JIT, KANBAN E MRP .....	71
FIGURA 11 - Análise dos Tempos de Fabricação com Máquinas Convencionais e Movimentação Manual de Peças .....	73
FIGURA 12 - Sistema Ocidental x Sistema Toyota de Produção.....	76
FIGURA 13 - Alocação de Operações entre Operadores no Mês 1....	78
FIGURA 14 - Alocação de Operações entre Operadores no Mês 2...	78
FIGURA 15 - Esquema das Atividades de Controle.....	96
FIGURA 16 - Roteiro para o Planejamento da Qualidade.....	97
FIGURAS 17 - Organização do Sistema.....	99
FIGURA 18 - Evolução do Controle de Qualidade.....	99
FIGURA 19 - Estrutura de um CCQ.....	106

FIGURA 20 - Atividades de Promoção dos CCQs.....	108
FIGURA 21 - Controle da Qualidade Total Conjugada com a Produção JIT.....	110
FIGURA 22 - Esquema Proposto por Deming.....	114
FIGURA 23 - Contínuo Aperfeiçoamento do Processo.....	118
FIGURA 24 - Sistema de Controle de Processo.....	124
FIGURA 25 - Sistema Fora de Controle.....	132
FIGURA 26 - Pontos do Mesmo Lado da Linha Central.....	132
FIGURA 27 - Seqüências Crescente ou Decrescente.....	132
FIGURA 28 - Pontos Próximos dos Limites.....	132
FIGURA 29 - Aproximação da Linha Central.....	132
FIGURA 30 - Ciclos.....	132
FIGURA 31 - Saltos em Nível.....	132
FIGURA 32 - Duas Populações.....	132
FIGURA 33 - Pontos Fora de um dos Limites.....	132
FIGURA 34 - Diagrama de Pareto.....	134
FIGURA 35 - Diagrama de Ishikawa.....	138
FIGURA 36 - Diagram 6 M's.....	140
FIGURA 37 - Ordem de Implantação do Sistema de Produção com Estoque Minimizado.....	145
FIGURA 38 - Reflexos da Produção JIT Atingida Pela Retirada dos Estoques.....	148
FIGURA 39 - Correlação Linear Positiva.....	150
FIGURA 40 - Correlação Linear Negativa.....	150
FIGURA 41 - Ausência de Correlação.....	151
FIGURA 42 - Fluxograma do Algoritmo principal.....	159

## CAPÍTULO I

### 1- INTRODUÇÃO

#### 1-1 Origem e Objetivos do Trabalho

Nas últimas décadas o governo brasileiro adotou uma política protecionista para os produtos brasileiros, dificultando ao máximo a entrada de produtos estrangeiros, ora através de elevadas alíquotas de importação, ora proibindo através de leis, como é o caso dos produtos ligados a informática.

Durante este período de proteção, somente alguns setores investiram parte de seus lucros em pesquisas, alguns melhoraram e ao mesmo tempo modernizaram seus parques industriais, e hoje poucos são capazes de enfrentar a concorrência de produtos estrangeiros.

Enquanto isso outros setores, aproveitando-se da total falta de concorrência externa, nada investiram em tecnologia e nem em pesquisas, estacionando (alguns regredindo) no tempo. Estavam preocupados somente com a formação de oligopólios ou mesmo monopólios, pois sabiam que poderiam reajustar os preços de seus

produtos para cobrir seus altos custos de produção, efeitos inflacionários, ou até mesmo para cobrir os custos de decisões administrativas incorretas e a própria ineficiência gerencial. Para isto, bastavam alguns telefonemas para seus concorrentes.

Sofrendo pressões, externamente de outros países (credores internacionais) e internamente dos consumidores, o governo obrigou-se a afrouxar os controles desse protecionismo e mudou de política, alterando a lei de reserva de mercado e preve até o ano de 1992 liberar a importação de todos os produtos.

Esta decisão do governo vem causando sérias preocupações junto ao empresariado brasileiro, que não se sentem em condições de competir com os produtos estrangeiros (principalmente com os produtos japoneses) em campo aberto, pois os produtos estrangeiros possuem preços (já incluídos os custos com transportes) bem inferiores que os produtos nacionais, além de qualidade superior.

Mas por que isto acontece? A resposta a esta pergunta pode estar no sistema de produção utilizado pelas nossas indústrias. É um sistema ultrapassado, onde os custos corróem os lucros, obrigando as empresas a repassar estes custos aos seus produtos, impedindo-as de fazerem investimentos internos, para a melhoria da qualidade. Se continuarmos usando este tipo de sistema de produção ("Just-in-Case"), poderá ocorrer o fenômeno conhecido como curva da morte, ou seja, a situação de empresas que convivem com problemas e procuram resolvê-los através do aumento de preços. Assim, vão se descapitalizando frente à inflação e à lei da oferta e da procura, com a reação dos consumidores limitados pelo poder aquisitivo, até falirem totalmente.

Muitas empresas ainda precisam mostrar-se mais



competitivas, pois a competição cada vez mais acirrada pelos mercados de artigos manufaturados, que demandam artigos cada vez melhores e a preços sempre decrescentes, assim o exige.

Os novos consumidores, em processo de mudança de costumes e exigências, irão forçar as empresas a fornecer melhores produtos e serviços adequados. As origens desta dissertação residem justamente neste fato, ou seja, tentar tornar essas empresas mais competitivas com a implantação do Sistema de Produção com Estoque Minimizado e amenizar o paradoxo que cerca nossas empresas: preços altos, salários baixos e, segundo alguns empresários lucros pequenos.

Nosso objetivo nesta dissertação, em termos gerais, é apresentar uma discussão simples e elementar das idéias que levam à implantação do sistema de Produção com Estoque Minimizado e, com isto, obter a maximização da competitividade, da qualidade e da produtividade, bem como a minimização dos custos e dos prazos de entrega.

Em termos bem mais específicos no entanto, o objetivo é valer-se da redução dos estoques de maneira sistematizada, visando forçar que venham à tona os problemas existentes na empresa, mas ainda encobertos pelos níveis exageradamente altos de tais estoques.

A partir daí então pode ser construída uma escala de prioridades no sentido de tornar claro quais são os problemas que devem ser eliminados com maior urgência a fim de acelerar o aperfeiçoamento do desempenho da empresa.

## 1-2 Importância do Trabalho

As profundas transformações que a economia mundial está experimentando, mostram claramente que o que Darwin chamou de "Processo de Seleção Natural" também se aplica às empresas. Empresas inglesas, quando da Revolução Industrial, dominavam completamente o mercado internacional de manufaturados e, hoje, muitos setores manufatureiros desempenham um papel marginal no que diz respeito a bens de consumo e bens de equipamentos.

As companhias americanas que as substituíram, tiveram praticamente o monopólio dos mercados durante a década de 50 e início da década de 60 deste século. Hoje, entretanto, enfrentam uma competição crescente das indústrias japonesas, competição esta que, a cada ano que passa, estão perdendo.

Mas, qual a fórmula que as companhias japonesas estão utilizando para conquistarem o mercado internacional? Muito simples: produzem com alta qualidade e a preço reduzido, através de um contínuo aperfeiçoamento do sistema produtivo (p.ex. Just-in-Time). Com a introdução de inúmeras inovações tecnológicas na área de controle da qualidade ( p. ex. Controle Total da Qualidade), as companhias japonesas conseguem hoje uma produtividade superior à dos seus competidores.

Como os japoneses já praticam o JIT (Just-in-Time) e o TQC (Controle Total de Qualidade) há mais de duas décadas, já acumularam e, principalmente, relataram suas experiências através da publicação de muitos livros e artigos. Este trabalho visa compilar em um único texto as várias idéias espalhadas nesses livros e artigos dando, assim, uma visão global do assunto para

que as pessoas que estejam interessadas nele, possam absorvê-lo com maior clareza.

Além disto, visa mostrar que ainda resta esperança para muitas empresas se tornarem competitivas, bastando para isto que se mude a maneira de pensar e de agir e se passe a buscar novas alternativas de produção, p.ex., procure-se implantar o Sistema de Produção com Estoque Minimizado.

### 1-3 Estrutura do Trabalho

O presente trabalho é apresentado de acordo com a seguinte estrutura:

#### CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

Neste capítulo visa-se definir a origem e os objetivos da dissertação, sua importância, sua estrutura, bem como suas limitações.

#### CAPÍTULO II: HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO

Apresenta-se aqui a evolução do sistema produtivo, com destaque para Revolução Industrial, Sistema de Produção Seriada e Sistema de Produção com Estoque Minimizado, respectivamente.

#### CAPÍTULO III: ESTOQUES PRÓS E CONTRAS

O terceiro capítulo faz uma comparação entre as supostas vantagens de se manter estoques com os prejuízos que estes causam.

## CAPÍTULO IV: PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DA PRODUÇÃO

Apresentam-se neste capítulo de forma sistematizada as ferramentas para o planejamento (MRP I E MRP II) e execução (Just-in-Time) da produção.

## CAPÍTULO V: PRINCIPAIS ELEMENTOS DO JUST-IN-TIME (JIT)

Descrevem-se aí os principais elementos do JIT.

## CAPÍTULO VI: QUALIDADE

No sexto capítulo apresenta-se uma abordagem sobre a qualidade, dissertando também sobre TQC, CCQ e CEP.

## CAPÍTULO VII: IMPLANTANDO O SISTEMA DE PRODUÇÃO COM ESTOQUE MINIMIZADO

Nesse capítulo desenvolve-se um algoritmo para a implantação do Sistema de Produção com Estoque Minimizado.

## CAPÍTULO VIII: CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

No último capítulo tecem-se os comentários finais sobre o conteúdo da dissertação, apresentando as conclusões e recomendações.

### 1-4 Limitações do Trabalho

Alguns dos tópicos abordados nesta dissertação constituem fontes inesgotáveis de pesquisas e estudos, mas devido

às limitações de tempo e recursos, estes foram abordados de maneira superficial, mas resguardando sua essência. Outra limitação deste trabalho está no fato deste ter sido desenvolvido com mais ênfase especialmente para ser aplicado em empresas cujas saídas são produtos e, para que ele seja aplicado em uma empresa de serviços, se fazem necessários alguns ajustes e modificações.

## CAPÍTULO II

### 2 - HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DO SISTEMA PRODUTIVO

#### 2-1 Introdução

Ao longo da História da Humanidade surgiram eventos importantes, que contribuíram decisivamente para o avanço das técnicas de produção e de administração industrial e que conduziram ao elevado nível da filosofia industrial que hoje conhecemos.

Dentre todos estes acontecimentos, três deles merecem um destaque especial: A Revolução Industrial do século XVIII, o Sistema de Produção Seriada na primeira metade do século XX e a Produção com Estoque Minimizado, ao final do século XX.

#### 2-2 A Primeira Transformação

Na Europa, durante a Idade Média, o processo de fabricação dos produtos era inteiramente manual e de forma

artesanal. Por esta razão, o tempo de fabricação de um determinado produto era excessivamente longo (uma tecelã levava meses para fabricar um único artigo). "Como a mão-de-obra aplicada na fabricação desse artigo era enorme, o preço final ao consumidor também se elevava demasiadamente, tornando-se proibitivo à esmagadora maioria da população da época, razão pela qual o uso de muitos objetos úteis ao exercício da vida diária só poderia ser desfrutado pelas classes privilegiadas" [41].

Além disto, o prazo de conclusão dos produtos, muito extenso, desestimulava o comércio. Outro fator agravante: a quantidade de defeitos por artigo, além de grande, era também assistemática, ou seja, variava muito de artesão para artesão. Além do mais, um artesão não conseguia fazer duas peças iguais.

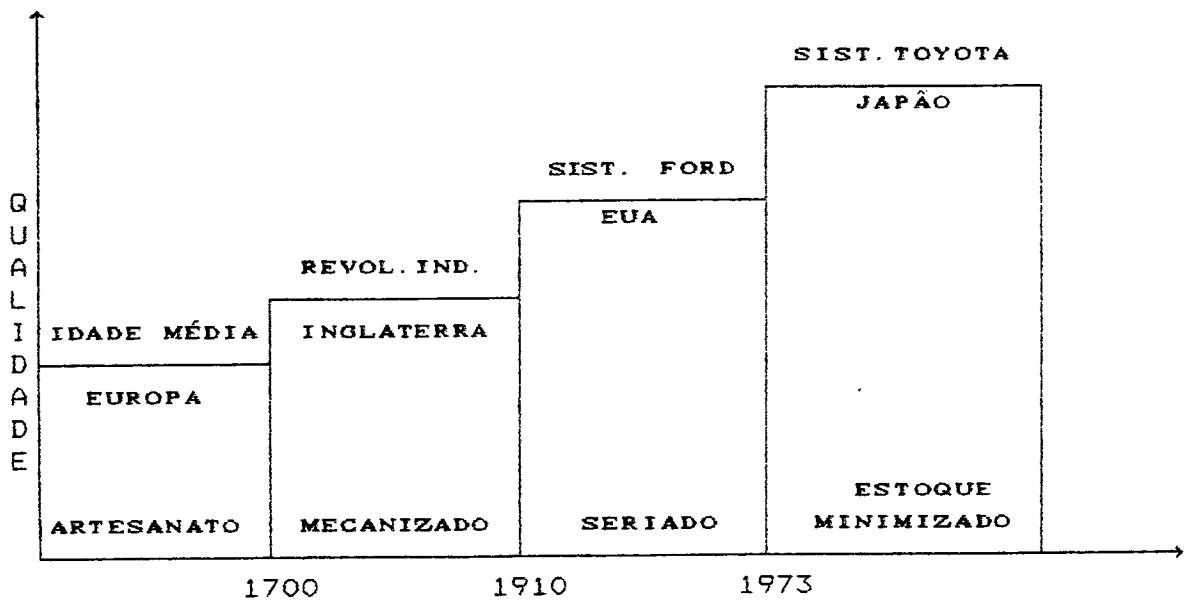


FIGURA 1: EVOLUÇÃO DA QUALIDADE AO LONGO DA HISTÓRIA RECENTE

"A FIGURA 01 mostra que, quando da produção artesanal, a qualidade era baixíssima, se bem que as pessoas da época não

viam neste fato muitos problemas, pois este afinal era o "modus vivendi" de toda uma época, tudo isto encarado de forma natural" [41].

A partir do último terço do século XVIII, alguns países (principalmente a França e a Inglaterra) sofreram a mais profunda transformação que jamais havia afetado todos os homens, desde o período neolítico: a Revolução Industrial.

A Revolução Industrial fez com que aparecessem muitas pessoas com profissões diferentes entre si, cada uma explorando um talento, uma capacidade, um interesse e um conceito de valor.

Assim, o negociante e o fabricante tornaram-se distintos; o artesão especializado foi substituído pelo operário não-especializado e semi-especializado; a manufatura que era uma simples reunião comercial de múltiplos ateliers familiares independentes, transforma-se gradativamente numa fábrica. A força manual foi substituída pelas maquinarias e as fontes biológicas de energia pelas minerais.

Os mesmos artigos que a tecelã levava tanto tempo para fazer com uma qualidade inferior, eram feitos agora, em questão de dias, chegando às mãos dos consumidores a preços menores e com qualidade superior. Isto, porque as máquinas, embora primitivas para nossa época, eram muito mais produtivas que qualquer grupo de artesão especializado. É bem verdade que, antes de o velho sistema ruir, muitas pessoas da época duvidavam que o novo sistema vencesse pois, afinal, "como poderia uma máquina cega, surda e sem tato produzir algo melhor que um ser humano com pleno funcionamento dos seus sentidos?". (Veja [41]).

Se considerarmos o modo restrito de se pensar da época,



podemos facilmente entender como tal pergunta pudesse ser feita, até mesmo pelas pessoas mais brilhantes de então. Esta dúvida fez com que muitos industriais em potencial da época fossem à falência, pois resistiam às mudanças enquanto seus concorrentes fabricavam com suas máquinas "estúpidas" os produtos tradicionais a preços bem mais atraentes, prazos menores e com uma qualidade superior (FIGURA 01), provocando a ruína daqueles que ficavam à espera dos resultados, a fim de se posicionarem.

Os adeptos do novo sistema tornaram-se poderosos e a Inglaterra, berço e palco da Revolução Industrial, ganhou a hegemonia política e econômica, reinando absoluta por quase dois séculos no mundo inteiro.

### 2-3 A Segunda Transformação

O sistema de produção mecanizada se consagrou, criando profundas raízes, e já iam longe os dias da Revolução Industrial da Inglaterra quando, dois séculos depois, vindo dos Estados Unidos, surge um novo evento: O Sistema de Produção Seriada. Antes de discorrermos sobre o novo sistema, será útil relembrar algumas características do sistema que predominou desde o início do século XVIII até o início do século XX.

Durante esse período, o processo de fabricação exigia super-especialistas, ou seja, homens que além de terem que conhecer todos os estágios do processo de fabricação dos artigos, deveriam também conhecer todas as máquinas que estivessem relacionadas ao processo. Assim, por exemplo, para montar um

automóvel, uma fábrica precisava de vários engenheiros que conhecessem todos os segredos do produto e uma instalação onde se pudesse encontrar todo o equipamento e material necessários para a montagem. Isto encarecia demasiadamente os produtos, privilegiando novamente apenas uma reduzida camada da população (classe burguesa).

Atribui-se a Henry Ford a invenção do Sistema de Produção Seriada. Ele acreditava que fosse possível, através de tal sistema, produzir automóveis com maior qualidade e cujos preços fossem mais acessíveis (**FIGURA 01**).

O que Ford propunha era uma mudança no "Layout" (disposição dos equipamentos) dentro de sua fábrica, que era constituída de várias unidades independentes de montagem, cada uma destas com todo o seu contingente de especialistas. Uma longa linha de trabalho, constituída de postos de trabalho progressivos, ocupados por montadores não necessariamente especializados poderia, com a mesma mão-de-obra e num intervalo de tempo e área menores, produzir a mesma quantidade de carros que era produzida com o sistema até então empregado, o que tornaria os preços de seus produtos altamente competitivos e até mesmo imbatíveis.

Segundo Macedo Neto [41], muitos não acreditavam nesta nova proposta, pois estavam acostumados a pensar sob o ponto de vista do sistema antigo, e não entendiam como as previsões de Ford se concretizariam e, como havia acontecido no passado (200 anos atrás), alguns céticos resistiam à idéia. Novamente aguardaram os resultados dos pioneiros entusiasmados com o novo sistema, pois "afinal como seria possível empregar mão-de-obra que não conhecesse o produto e sequer o processo como um todo?".

Com o advento da Administração Científica implantada por Fayol e por Taylor e uma série de outros pioneiros, aperfeiçoaram-se as técnicas de estudar o trabalho, dividindo-o em microelementos.

Os métodos de Taylor para aumentar a produtividade da mão-de-obra constituíram a base para a Administração Científica e o nascimento da era do especialista em eficiência.

Além de ter lançado as idéias iniciais do desenvolvimento de pessoal, Taylor lançou o conceito de tarefa, a padronização do trabalho em cada tarefa (padrões operacionais), o princípio de execução, o sistema de rotina, bem como a mudança da atitude mental das pessoas.

Estes estudos aperfeiçoaram a própria maneira de se executar as tarefas, criaram o tempo padrão, através da cronometragem do tempo de execução de cada tarefa e, tomando-se por referência este tempo, pôde-se programar e controlar os serviços a serem executados. A Administração Científica transformou-se em uma nova e poderosa ferramenta para a Produção Seriada que precisava ter seus postos com os tempos de operações balanceados.

Os princípios da filosofia da Administração Científica de Taylor são:

- a) Desenvolvimento da tarefa gerencial.
- b) Divisão do trabalho em elementos (especialização).
- c) Recrutamento do melhor trabalhador para cada elemento do trabalho. Treinar, ensinar e aperfeiçoar o trabalhador.
- d) A chefia planeja o trabalho e o operário executa sem questões.

## 2-4 A Terceira Transformação

Durante 1200 anos o sistema de produção artesanal dominou o sistema produtivo, cedendo seu espaço para a produção mecanizada, e esta reinou por 200 anos, até a vinda da produção seriada. Esta técnica de produção, por sua vez, foi muito boa na época em que o mercado possuía um alto grau de crescimento, baixas taxas de juros, materiais baratos e abundância de espaços para armazenagem. Isto durou até 1973, quando o embargo do petróleo árabe fez com que o preço do petróleo cru quadruplicasse, reduzindo drasticamente as atividades econômicas no mundo.

Este choque nos preços do petróleo cru desencadeou tormentas econômicas pelo mundo todo. Os setores industriais mais atingidos foram aqueles onde o consumo de energia era muito grande: alumínio, plástico, cobre e principalmente aço, a partir dos quais, em todo o mundo, se fabrica a maior parte dos bens duráveis.

A consequência natural destes fatos foi a falta de materiais e a alta de preços para os compradores das indústrias, obrigando o mundo empresarial a uma maior engenhosidade, pois a era do petróleo barato havia terminado; a nova situação exigia um novo sistema de produção.

Setenta anos após o Sistema de Produção Seriada, surge uma nova e revolucionária idéia que vem abalando o mundo industrial: o Sistema de Produção com Estoque Minimizado, provocando novamente duas correntes bem distintas: uma cética e resistente e outra entusiasta e adaptável.

As empresas que acreditaram na nova idéia e a adotaram

conseguiram melhorar muito a qualidade de seus produtos (FIGURA 01.), "chegando em determinados casos a exterminar seus concorrentes, sem que estes tenham se dado conta de como tal desequilíbrio na concorrência teria acontecido" [41].

A nova idéia teve como berço o Japão pois, sendo um país que depende de materiais e fontes de energia do exterior para atender praticamente todas as suas necessidades, teria que administrar melhor esses recursos. O Japão precisava fazer as coisas a partir de pouco, evitando qualquer desperdício.

Na realidade, o choque do petróleo acelerou o desenvolvimento do Sistema com Estoque Minimizado, mas as sementes já tinham sido plantadas muito antes, na década de 40. No entanto, foi somente na década de 70 que o mundo tomou conhecimento da mudança espantosa nas técnicas de produção praticadas naquele país distante e silencioso.

A indústria japonesa realizou nesses anos várias mudanças, tanto a nível tecnológico e operacional, como também e principalmente, a nível filosófico, empenhando-se em reviver sua economia através de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e criação de um novo método de controle da produção e de estoques que permitissem às empresas reduzirem seus custos de produção.

Sabe-se, no entanto, que, de todas as inovações que ela apresentou foi, sem dúvida, o Sistema de Produção com Estoque Minimizado que mais resultados práticos trouxe. Pequenos lotes de produção, entregas frequentes de peças e componentes, nivelamento no volume de produção e redução no tempo de troca das ferramentas e de preparação das máquinas são práticas deste novo sistema,

através do treinamento das habilidades múltiplas dos operários e da concentração dos esforços para melhorar a qualidade dos produtos. Isto possibilitou aos japoneses saírem do período prolongado de recessão, através da redução drástica do custo de produção.

Os produtos japoneses, até a década de 60, eram considerados, no mercado internacional, como de terceira categoria, tendo péssima imagem quanto a qualidade e, portanto, sempre evitados. No final dessa década (60) no entanto, surgia um novo, poderoso e temido adversário dos grandes conglomerados industriais: a indústria japonesa.

Ainda não se passou meio século desde a última guerra, que levou o Japão a um terrível caos. Mas, com grande determinação, os japoneses resolveram reconstruir suas indústrias, e "hoje ele é considerado o principal produtor industrial do mundo" [41], invadindo o mercado internacional com seus produtos (automóveis, máquinas fotográficas, televisores, artigos eletrônicos, siderurgia, construção naval, máquinas operatrizes e uma série de outros) e, principalmente, vendendo tecnologia.

Muitas indústrias norte-americanas optaram por associar-se com indústrias japonesas em terras americanas. Afinal, o preço, a qualidade e o prazo de entrega dos produtos japoneses não deixam chances a dúvidas junto aos compradores. E por quê? Grande parte da resposta reside na política do Estoque Zero.

## CAPÍTULO III

### 3 - ESTOQUES: PRÓS E CONTRAS

#### 3-1 Introdução

Desde a pré-história, o homem se preocupou em guardar e conservar as coisas necessárias. Hoje, em qualquer atividade armazena-se alguma coisa, necessária ou não. Como esta armazenagem provoca custos, nos últimos anos foram publicados muitos trabalhos sobre armazenagem de materiais, o que demonstra a crescente preocupação em buscar a otimização para o problema dos níveis de estoque.

As universidades lançam no mercado milhares de profissionais especializados no assunto, novas teses são defendidas, novos cursos de pós-graduação são criados com o intuito de formar Doutores no Assunto, dando-se assim continuidade à criação de novas obras e novas teorias, pois as pressões competitivas sobre preços e lucros dão nova ênfase em se extrair toda e qualquer vantagem do capital investido nas empresas.

A metodologia da pesquisa operacional e da ciência de

administração mostrou o caminho para se projetar sistemas de controle de estoques aperfeiçoados, assim como tornar mais eficiente a operação dos já existentes.

O propósito desses sistemas é sempre o mesmo: "ter o estoque certo, na quantidade certa, no lugar certo e no momento certo pelo mínimo custo". Assim, foram criadas complicadas fórmulas matemáticas, que nos levaram aos Estoques Médios, Estoques Mínimos, Ponto de Pedido ou Encomenda, Lote Econômico e uma série de conceitos, sobre como administrar os níveis de nossos estoques.

Por sua vez, a coleta, o processamento, e a análise de substanciais quantidades de dados para fins de controle administrativo tornaram-se muito dispendiosos e lentos. Resolveu-se então procurar a ajuda necessária na informática pois, com o desenvolvimento tecnológico no campo do processamento de dados, especialmente no que concerne aos computadores eletrônicos, possibilitou-se administrar melhor as informações e uma abordagem mais eficaz no gerenciamento dos estoques.

Evidentemente, se analisarmos como muitas indústrias operam e agem, temos que admitir que os estoques são realmente um mal necessário para a sua sobrevivência, pois se estas resolverem eliminar sumariamente seus estoques, sem estarem preparadas para isto, "fecharão suas portas" muito antes do que possam imaginar.

### 3-2 Prejuízos Causados Pelos Estoques

Todas estas teorias, que nós ocidentais criamos, não deixam dúvidas de que realmente nos preocupamos com os estoques,



admitimos que trazem enormes prejuízos, mas ao invés de tentar encontrar maneiras eficazes de eliminá-los, gastamos enormes recursos para administrá-los. Dentre os prejuízos que os estoques causam às empresas destacamos:

### 3.2.1 Grande Investimento em Matéria-Prima

Um estoque alto, significa mais capital de giro "empatado" em matéria-prima, privando a empresa de recursos, que poderiam ser usados para fins de crescimento, pesquisas, treinamento, etc.

### 3.2.2 Juros sobre o Capital de Giro

Quando a empresa "empata" seu capital de giro em matéria-prima, perde os juros que ganharia sobre este capital.

### 3.2.3 Grandes Almoxarifados

Devemos contabilizar as despesas com aluguéis ou obter uma estimativa de seu custo, fazendo-se um estudo dos aluguéis proporcionalmente às áreas ocupadas pelos almoxarifados e a área produtiva. Embora seja difícil estabelecer uma relação exata entre o tamanho destas áreas, muitos autores consideram que a área de estocagem pode chegar a ser duas ou três vezes maior que a área produtiva.

### 3.2.4 Equipamentos Utilizados na Estocagem

Os estoques, além de exigirem área física, exigem também equipamentos tais como: empilhadeiras, "containers", estrados, engradados, estantes, transportadores, pontes rolantes, etc, necessitando algumas vezes de serem embalados. São equipamentos que na realidade não contribuem em nada para a produção, pelo contrário, aumentam ainda mais os custos (manutenção e reposição), não acrescentando valor algum ao produto.

### 3.2.5 Mão-de-Obra para Estocagem

Além de grandes instalações e equipamentos, os estoques utilizam uma razoável quantidade de mão-de-obra para sua movimentação no interior do almoxarifado, desde seu recebimento até a sua colocação na prateleira e posterior retirada para entrega à linha de produção. São pessoas que recebem salários, o que aumenta ainda mais os custos do produto, e que poderiam estar contribuindo para o enriquecimento da empresa se estivessem trabalhando em funções produtivas.

### 3.2.6 Informatização nos Almoxarifados

"As grandes empresas começaram a usar os computadores no gerenciamento de seus estoques na década de 50. Porém, as firmas de menor porte não empreenderam suas primeiras aplicações nessa área, senão por volta do fim da década de 60 e início da de 70" [01]. Hoje em dia, porém, tanto em companhias grandes, médias como

até mesmo nas pequenas, o uso do computador se tornou uma ferramenta básica, principalmente na atualização de dados dos estoques, pois estes mudam com grande rapidez e muitas vezes os relatórios feitos manualmente eram publicados com 20 ou 30 dias de atraso, o que impossibilitava qualquer decisão.

Atualmente, qualquer gerente de materiais que faça uso de um computador é capaz de responder com precisão notável a situação em que se encontram seus almoxarifados, bastando para isto apertar alguns botões.

### 3.2.7 Depreciação e Deterioração dos Estoques

Nos almoxarifados das empresas existem milhares, talvez milhões de dólares em produtos, sujeitos a se deteriorarem pela ação de pó, da umidade, etc. O material envelhece com o passar do tempo, sofre oxidação e pode até perder sua validade, caso não haja uma razoável rotatividade. Além disto, pode haver danos nos materiais, quando estes forem manuseados dentro do depósito ou transportados para dentro ou para fora dele.

### 3.2.8 Obsolescência

Dentro dos almoxarifados existem somas consideráveis de peças e produtos obsoletos, cujas vendas foram por algum motivo canceladas e estes ficaram dentro do almoxarifado apenas ocupando espaço. Estes produtos fazem parte dos produtos acabados, que muitos chamam de estoque morto. Este tipo de estoque é o mais oneroso de todos, pois apenas poderá ser vendido como sucata,

quando possível.

### 3.2.9 Rejeição de Grandes Lotes

Quando se produz em grandes lotes, e ocorre uma rejeição pelo Controle de Qualidade, há enormes prejuízos em matéria-prima, mão-de-obra direta e indireta, energia e outros recursos.

Um agravante maior seria se o item rejeitado fosse um sub-conjunto composto de diversas peças, o qual por causa de uma destas peças não pudesse ser montado. Assim, para se descobrir qual a peça defeituosa seria necessário um imenso trabalho de triagem de todas as peças defeituosa no sub-conjunto.

### 3.2.10 Outras

Existem, além das mencionadas, outras inconveniências em se manter os produtos em estoque, tais como:

- Perdas por roubo ou extravios: São grandes as quantias pagas ou indenizadas por artigos que são roubados ou extraviados nos almoxarifados.

- Taxas e seguros: Devemos contabilizar toda e qualquer despesa paga sob este título.

## 3-3 As Vantagens de se Manter Estoques

Sob o pretexto de evitar estrangulamento nas linhas de produção, interromper o fluxo e trazer uma série de más

consequências para sua programação, as empresas, para se protegerem de eventuais paralisações, estabelecem estoques de segurança, ou estoques mínimos. Dentre as supostas causas para tais paralisações temos:

### 3.3.1 Eventual Quebra de Máquinas

Quando da quebra de uma determinada máquina da linha de produção, esta é levada ao departamento de manutenção para reparos, ficando desta maneira sem produzir. Os estoques existem para garantir que a produção não pare, enquanto aquela máquina estiver parada.

### 3.3.2 Atraso por Parte dos Fornecedores

Como nosso mercado não tem tradição em termos de atendimento de prazos, as empresas procuram manter estoques de matéria-prima para se precaverem de uma possível paralisação em suas linhas de produção, caso alguns fornecedores atrasem na entrega do material.

### 3.3.3 Mão-de-Obra Sem o Devido Treinamento

Muitas peças são refugadas pelo Controle de Qualidade devido à deficiência da mão-de-obra que é, muitas vezes, mal treinada. Outro agravante é a rotatividade dos empregados, pois quando o empregado não tem seu valor reconhecido financeiramente, deixa a empresa, à procura de melhores oportunidades e

compensações financeiras, obrigando-a a contratar novos empregados, muitas vezes sem experiência, estabelecendo-se um ciclo vicioso. Os estoques existem para compensar as rejeições provocadas pelo novo operário.

#### 3.3.4 Eventual Quebra de Ferramentas

Um funcionário mal treinado não dispensa os devidos cuidados ao ferramental o qual, se for quebrado, provocará uma paralisação da produção se não houver estoques.

#### 3.3.5 Acidente com Funcionários

Um funcionário mal treinado está mais propenso a sofrer um acidente e seu afastamento provocará paralisações na produção, caso não haja peças em estoque das peças que ele produz.

#### 3.3.6 Erros de Planejamento da Produção

Devido ao fato de sistemas de produção "empurrados" tentarem antecipar a demanda e permitir rápidas mudanças do planejamento da produção, eles se tornaram muito complexos. Dessa forma, os usuários destes sistemas tentam resolver o complexo problema do planejamento, usando um sistema de controle cada vez mais complicado. O resultado final é o desenvolvimento de um sistema de produção desnecessariamente complexo, que não é auto-regulado, aumentando assim a probabilidade de o pessoal que determina os níveis de estoque cometer um erro, aumentando

demasiadamente estes níveis.

### 3.3.7 Eventual Erro de Previsão de Vendas

Cada decisão sobre estoques é baseada em previsões de fatores, como por exemplo, previsão de demanda. Desse modo, qualquer tipo de sistema de controle de estoque deverá incluir ou prever alguns meios para desenvolver essas previsões de uma forma rotineira.

O propósito básico de qualquer previsão é reduzir a incerteza. A decisão correta a ser tomada hoje depende de se conhecer, tanto quanto possível, as condições que prevalecerão no futuro. Infelizmente, não se pode eliminar a incerteza, pois o assunto de previsão ainda se constitui em um campo cheio de riscos. Por esta razão, a alternativa encontrada pelas empresas é estocar.

### 3.3.8 Má Qualidade

Pode haver paralisações da produção, pelo fato de o Controle de Qualidade ter rejeitado algum lote de uma determinada peça. Para se evitar tais paralisações é que a linha de montagem conta com a cobertura do almoxarifado.

### 3.3.9 Especulação

Quando a aquisição de matéria-prima em maiores quantidades se revelar mais econômica ou quando os preços das

mercadorias armazenadas se encontram sujeitos a oscilações do mercado mundial ou mesmo nacional, é recomendável a estocagem para fins especulativos.

#### 3.3.10 Possível Falta de Matéria-Prima

Por algum motivo (greves, especulações, etc.) esta ou aquela matéria-prima tenderá a faltar no mercado, somos obrigados a comprar o máximo possível para garantir a produção.

Neste capítulo, vimos os motivos que nos levam a manter estoques. Veremos entretanto, como os orientais contornaram estes problemas, utilizando um sistema de produção moderno e dinâmico, ou seja, o Sistema de Produção com Estoque Minimizado, cujas componentes principais são: Just-in-Time e TQC, ambos objeto de estudos nos próximos capítulos.



## CAPÍTULO IV

### 4 - PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DA PRODUÇÃO

#### 4-1 Introdução

Numa indústria, o planejamento e execução referem-se a uma série de atividades fundamentais dentro do ciclo de produção de qualquer produto. A complexidade destas atividades aumenta à medida que se diminuem os tamanhos dos lotes a serem produzidos e aumenta a gama de produtos e/ou itens a serem projetados e posteriormente executados.

Assim, para efetuarmos o planejamento da produção devemos utilizar os sistemas MRP I ( Material Requirements Planning) e MRP II ( Manufacturing Resource Planning).

Conjugado com estes sistemas de planejamento e controle, devemos também atacar o que os japoneses consideram o enfoque principal do problema, ou seja, o chão de fábrica, pois é ali que são tomadas as medidas e os resultados planejados são atingidos.

Portanto, para o planejamento devemos utilizar os MRP, enquanto para a execução do planejamento, devemos utilizar o

sistema Just-in-Time (JIT).

Enquanto o MRP I e o MRP II fornecem informações aos gerentes sobre o planejamento e o controle das operações de manufatura, o JIT ajuda a melhorar a execução dessas operações. Assim, podem ser consideradas ferramentas complementares.

Vejamos um pouco mais sobre eles.

#### 4-2 Sistemas MRP

Como os Estados Unidos lideram o mundo no que diz respeito à fabricação de computadores, é natural que criassem um sistema de controle de produção e de estoques baseado no uso de computadores. Isto aconteceu na década de 1960, com a criação do sistema de Planejamento dos Materiais Necessários ou Planejamento das Necessidades de Materiais (MRP = Material Requirements Planning), também conhecido como MRP I.

O MRP empurra o processo de fabricação para frente, ou seja, prepara um esquema multiperifódico, prevendo as demandas futuras dos produtos.

A partir das informações sobre a demanda futura (quantidades e datas de entrega), o sistema prepara as ordens de produção e de compras nas quantidades necessárias e nos momentos necessários.

O sistema exige uma previsão precisa da demanda de cada produto e que todas as listas de material para as peças, produtos ou submontagens sejam corretas. Quando isto não ocorre, a imprecisão altera arquivos importantes do MRP e a lista de

materiais gerada por ele pode não representar precisamente os componentes do produto ou os estágios de montagem. É preciso ressaltar que este sistema permite ao usuário fazer correções diárias, mas até que se façam as correções devidas, geraram-se estoques excessivos de determinado componente.

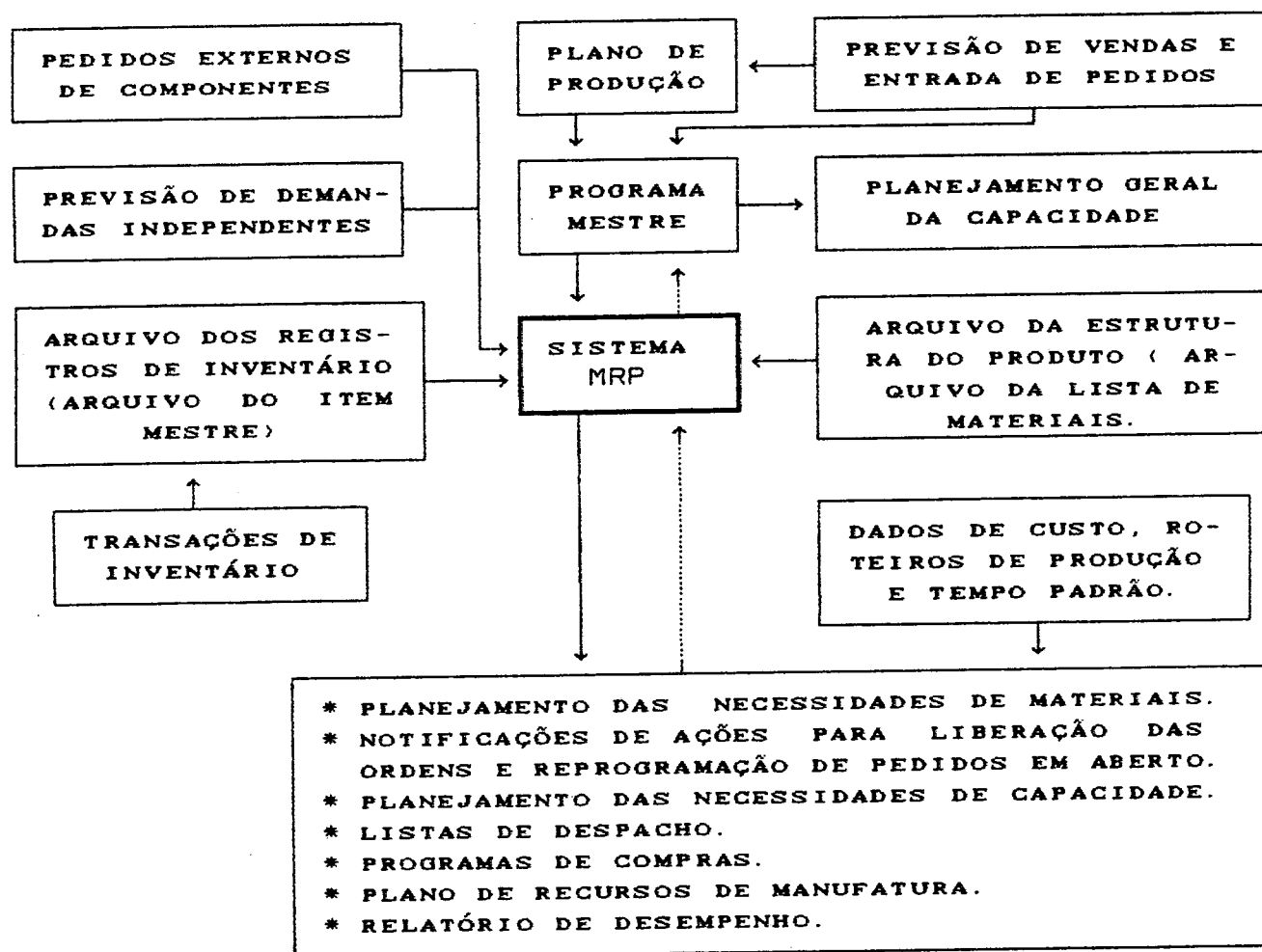


FIGURA 02: VISÃO GERAL DO SISTEMA MRP I

FONTE: FULLMANN, CLAUDINEY. MRP, MRPII, MRPIII, OPT E ODR, 1989.

A FIGURA 02 fornece uma visão geral do sistema MRP, quanto ao seu funcionamento.

Originalmente, o MRP era uma técnica de suprimento computadorizado usada principalmente para controle de inventário.

Contudo, pela metade dos anos 70, ficou claro que sua lógica fundamental poderia ser colocada em prática no planejamento da capacidade, controle a nível de piso da fábrica e suprimentos, ou seja, o MRP poderia ser usado como uma ferramenta administrativa para integrar as necessidades de marketing do produto, engenharia e finanças com a produção.

A esta nova concepção de MRP recebeu o nome de Planejamento de Recursos da Manufatura (MRP II - "Manufacturing Resource Planning").

O MRP II é um método de planejamento total de todos os recursos da manufatura, necessários para a fabricação dos produtos de uma empresa. O MRP II controla assim, o plano de produção, o programa mestre de produção, o plano das necessidades de capacidade, a lista de materiais e o inventário e acompanha a execução destas atividades na fábrica e no departamento de compras.

A FIGURA 03 é um esquema simplificado do sistema MRP II, o sistema todo inclui ligações de realimentação.

A figura é dividida em 3 partes, a saber:

1) Parte Superior: É o conjunto de atividades para direcionar todas as outras.

2) Parte Central: É o conjunto de ferramentas para completar o detalhamento dos planos de materias e de capacidades.

3) Parte Inferior: A última parte controla a execução do planejamento, o controle de chão-de-fábrica e estabelece prioridades para as ordens de fabricação em cada estação de trabalho.

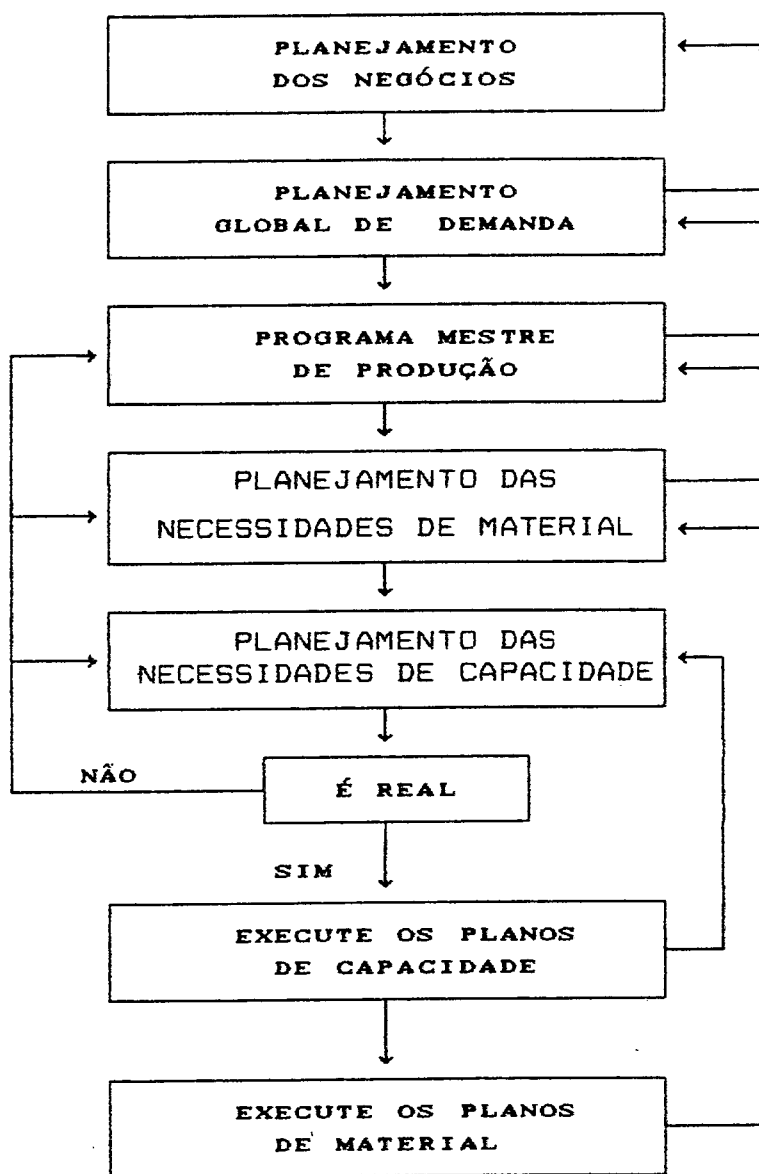


FIGURA 03: ESTRUTURA DO SISTEMA MRP II

FONTE: MOURA, REINALDO. KANBAN - A SIMPLICIDADE DO CONTROLE E DA PRODUÇÃO, 1989.

Resumindo, o MRP II é um método formal e total de planejamento e programação eficiente de pessoas, instalações, materiais e ferramentas de uma empresa de manufatura.

#### 4-3 Just-in-Time (JIT)

A partir do momento em que começou a repercutir no mercado internacional o sucesso do Japão, surgiram as especulações a respeito das causas desse resultado. Muitos dirigentes de empresas ocidentais que perderam "fatias de mercado", tentam buscar explicações para o avanço da indústria daquele país em fatores como, por exemplo, "dumping", outra cultura, relacionamento patriarcal, capacidade e apego ao trabalho, empresas modernizadas, vantagens fiscais, políticas de venda, disciplina do povo japonês, ou até mesmo que o fenômeno resultou do fato de o "Japão ter perdido a guerra" e assim por diante.

Enquanto isso, o Japão, por causa da qualidade de seus produtos, do controle de custos e da eficiência, obtidos pelo Sistema de Produção com Estoque Minimizado, continua conquistando mercados.

Segundo Richard Schonberger [64] em sua obra "Técnicas Industriais Japonesas - Nove Lições Ocultas Sobre a Simplicidade", "o binômio que forma a coluna mestra do Sistema de Produção com Estoque Minimizado compõe-se essencialmente de duas espécies de processo e técnica referentes: à Produtividade e à Qualidade".

É tradicional, no meio industrial, afirmar-se que qualidade e produtividade são incompatíveis. Se desejarmos mais qualidade, a produtividade será sacrificada, e vice-versa. Assim, coloca-se a qualidade em confronto com a produtividade entendendo-se que não se pode conciliar alta produção com boa qualidade sem que esta comprometa prazos, volumes de produção e valores esperados de receitas.

Quando o controle de qualidade é feito por inspeção, mais difícil fica para os empresários entenderem a relação qualidade/produtividade pois, quanto mais severa for a inspeção, maior a segregação de produtos defeituosos e melhor será a qualidade, mas menor será a produtividade. Como muitas crenças que existem e são aceitas sem a menor reflexão, esta também é falsa, ou seja, melhorias na qualidade levam, em geral, a melhorias na produtividade.

"A produtividade é aumentada pela melhoria da qualidade. Este fato é bem conhecido por uma seleta minoria" [W. E. Deming]. (Veja [42]).

Na realidade, é muito difícil falar em produtividade sem que nessa idéia fique também subentendido o termo qualidade pois, embora os termos possuam seus conceitos claros, definidos e independentes, existe entre eles uma profunda e estreita correlação, de forma que não seria possível um plano para se melhorar a qualidade sem, com isso, alterar a produtividade, ou vice-versa.

O aspecto do Sistema com Estoque Minimizado, que se relaciona mais diretamente com a produtividade é conhecido como sistema Just-in-Time (JIT), que pode ser traduzido como "em cima da hora". O JIT visa diretamente o custo material da produtividade, exercendo influência também sobre certos elementos dela, que vão dos refugos e da motivação dos trabalhadores ao rendimento do processo de fabricação.

Quanto à qualidade, esta também está relacionada com o JIT, mas há outros processos desenvolvidos e aperfeiçoados pelos japoneses, destinados especialmente à melhoria da qualidade. O

conjunto desses processos recebe o nome de Controle Total de Qualidade (TQC= Total Quality Control) que, por sua vez, abrange algumas técnicas do JIT e promove a elevação da produtividade. O TQC será visto em maiores detalhes nos próximos capítulos; neste, conheceremos um pouco mais sobre o JIT.

#### 4.3.1 Origem do JIT

Depois da Segunda Guerra Mundial, a Toyota Motor Company LTDA, recebeu dos Estados Unidos uma autorização para fabricar caminhões. O objetivo era tentar a reconstrução da empresa que, como o Japão, estava arrasada.

Na época, a Toyota disponha de alguns equipamentos e instalações, que utilizara durante a guerra, mas sua produtividade, comparada com a do resto do mundo ( Estados Unidos e Europa) era muito baixa: cerca de oito vezes menor que a dos americanos.

O objetivo inicial da Toyota era a produção de 800 a 1000 caminhões de quatro toneladas por mês, objetivo este que não fora atingido, devido às péssimas condições em que se encontrava a fábrica. Após muitos esforços conseguiram atingir a produção almejada, mas faltava-lhes mercado, pois o mundo industrial japonês estava exausto, e as condições econômicas afetadas pela depressão.

O poder de compra do povo japonês estava limitado, razão esta que não lhes permitia comprar 1000 caminhões, de 4 toneladas, por mês.

A Toyota, para sua própria sobrevivência, teria que



diversificar a produção, incluindo dentre estes mil veículos, caminhões de quatro e de uma tonelada, carros pequenos de passeio e utilitários. A empresa viu-se então diante de uma nova situação: produzir uma diversidade de produtos a um baixo custo. Os métodos de produção da época, porém, só permitiam a redução dos custos quando da produção em massa de um único modelo (Sistema Ford desenvolvido nos Estados Unidos ). A empresa, não podendo adotar este sistema, teria que desenvolver um sistema próprio, a um baixo custo e com a mesma qualidade dos concorrentes americanos e europeus; caso contrário, sua permanência no mercado estaria comprometida.

A Toyota testou vários métodos diferentes para produzir com eficiência modelos variados de veículos, mas sempre esbarrava no problema da produtividade, que continuava baixa para os padrões da época.

Como no Japão não havia exemplos que pudessem ser seguidos, a Toyota enviou nos anos 50 aos Estados Unidos, um grupo de gerentes em busca de novas idéias, que pudessem auxiliar no desenvolvimento de um método próprio de produção. Mas tal visita não surtiu os efeitos esperados.

Pouco antes de retornarem, os japoneses foram visitar uma instalação até então nova para eles: um supermercado americano.

Nessa visita eles notaram que, à medida que pequenas quantidades de produtos iam sendo consumidas, estas eram substituídas nas prateleiras. A lógica era inevitável: por que então encher uma prateleira com centenas de unidades (a demanda antecipada de um dia) e abarrotar o depósito com estoque? Por que

não deixar que os consumidores conduzissem o sistema? Pois à medida que um consumidor retirasse um determinado produto, este seria repostado de acordo com a demanda. Desta forma, diz a história, nasceu o sistema de controle da produção baseado mais em termos de puxar do que empurrar.

Esta idéia exigia mudanças no modo existente de pensar e de produzir, dando assim origem ao sistema de produção denominado de Just-in-Time.

A nova idéia porém, encontrou muita resistência por parte dos funcionários, pois estes quase todos eram descendentes de agricultores e possuíam um espírito agrícola; colher o máximo possível e estocar para a época de pouca produção.

A Toyota levou um longo tempo para superar estes problemas, mas Taiichi Ohno, então vice-presidente da empresa, estava muito determinado e interessado na nova idéia. Ele estudou e desafiou os conhecidos princípios de manufatura, desenvolvendo um sistema disciplinado, que colocaria a Toyota rumo à supremacia da indústria automobilística mundial.

#### 4.3.2 Princípios do JIT

O just-in-time é uma abordagem disciplinada para melhorar a produtividade e a qualidade total, através do respeito pelas pessoas e da eliminação das perdas.

O JIT baseia-se em 5 princípios: Visibilidade, Simplicidade, Sincronização, Continuidade, Abrangência.

#### 4.3.3 A Idéia do JIT

A idéia central do JIT é "fabricar e entregar o produto apenas a tempo de ser vendido, submontá-lo apenas a tempo de montá-lo no produto acabado, fazer peças apenas a tempo de entregar nas submontagens e, finalmente, adquirir materiais apenas a tempo de serem transformados em peças fabricadas" [64].

O JIT é uma filosofia que se concentra na eliminação dos desperdícios, onde desperdício é qualquer coisa que acrescente custo e não valor, ao produto. Dentre os maiores desperdícios temos:

- Filas de materiais ao longo da linha de produção ocupando espaço e aumentando o "Lead-Time".
- Produzir além do programado.
- Ociosidade do operador, enquanto a máquina trabalha, pois depois de colocar a máquina em funcionamento o operador apenas observa o desempenho dela.
- Excessos de estoques requerendo todo o aparato necessário (almoxarifados, equipamentos, registros, movimentação, mão-de-obra, etc), para seu controle.
- Tempo excessivo para preparação das máquinas.
- Produção de peças defeituosas, exigindo serem retrabalhadas, quando não sucateadas.
- Inspeção de peças.

#### 4.3.4 Objetivos do Sistema JIT

Os objetivos do JIT podem ser resumidos em:

- Quebra Zero.
- Refugo Zero.
- Estoque Zero.

#### 4.3.5 Os Reflexos da Produção JIT

A **FIGURA 04** mostra graficamente a cadeia das repercussões do JIT. As reduções no tamanho dos lotes acionam toda a cadeia dando origem a numerosas vantagens.

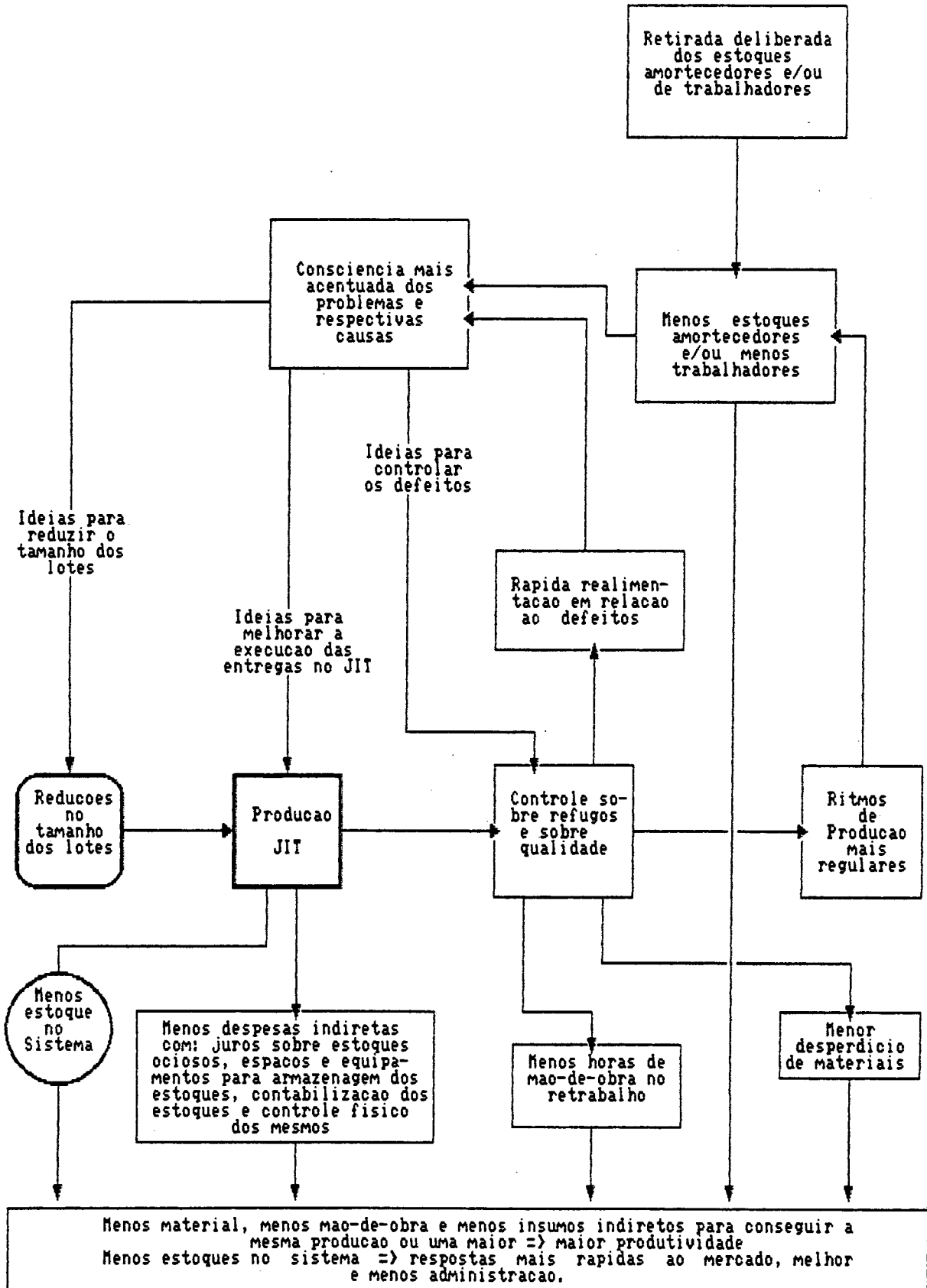
#### 4.3.6 Principais Elementos do JIT

Existem alguns elementos que serão necessários para se atingir os objetivos do sistema JIT, dos quais os principais são:

- Redução no tempo de preparação das máquinas, proporcionando flexibilidade de troca de ferramentas.
- Diversificação da capacidade: operários polivalentes.
- House-Keeping - "Um lugar para cada coisa e cada coisa em seu lugar".
- Sistema de controle de produção - Kanban.
- Manufatura Celular
- Automação de baixo custo.
- Manutenção Produtiva Total.
- Produção em pequenos lotes.

Sendo os elementos do JIT de suma importância na implantação do Sistema de Produção com Estoque Minimizado, dedicaremos um capítulo especial para discorrermos sobre cada um de seus elementos.

Figura 04: REFLEXOS DA PRODUCAO JIT



FONTE - SCHONBERGER, RICHARD. TECNICAS INDUSTRIAIS JAPONESAS, NOVE LICOES OCULTAS SOBRE SIMPLICIDADE. 1984.

## CAPÍTULO V

### 5 - PRINCIPAIS ELEMENTOS PARA SE ATINGIR O JUST-IN-TIME.

#### 5-1 Introdução

A maneira de os japoneses administrarem suas fábricas provou nos últimos anos ser mais eficiente que os métodos aplicados pelas indústrias ocidentais. Por esta razão, a partir da década de 80, centenas ou talvez milhares de indústrias ocidentais introduziram algum programa copiado dos japoneses.

Vejamos alguns desses programas:

#### 5-2 Redução do Setup

Quando uma indústria ocidental produz grande variedade de peças, ela geralmente procura reunir várias encomendas de uma única peça, de forma a efetuar a preparação de suas máquinas uma vez só e produzir um grande lote, evitando assim a preparação do maquinário para a produção de lotes pequenos e espaçados ao longo do tempo, o que acarreta o aumento dos prazos de entrega dessas encomendas.

A encomenda de grandes lotes aumenta em demasiado o nível de estoque, juntamente com o custo de mantê-lo, bem como encomendas menores e espaçadas também têm seu custo (mão-de-obra empregada na preparação do maquinário, peças sucateadas nas operações de ajustes experimentais, etc). O tamanho do lote cria então alguns impasses dentro da empresa, pois o departamento de produção quer encomendar grandes lotes para reduzir as despesas com a preparação do maquinário, enquanto o setor financeiro quer reduzir o custo da manutenção dos estoques através da fabricação de pequenos lotes.

Ao longo de toda a história industrial esta tem sido uma "briga" particular entre estes dois setores, e mais uma vez venceu a falta de objetividade, ou seja, achou-se um meio de conviver pacificamente com todos, criando-se toda uma teoria sobre cálculos de lotes econômicos. Esses lotes não poderiam ser muito grandes para não acarretar despesas excessivas de manutenção, nem tão pequenos que acarretassem despesas com a preparação do maquinário. Essa quantidade de meio termo chama-se Quantidade Econômica de Encomenda (EOQ = Economic Order Quantity).

#### 5.2.1 Quantidade Econômica de Encomenda (EOQ)

Se algum modelo da programação da produção resistiu ao teste do tempo, este foi sem dúvida o EOQ. Historicamente, ele data de no mínimo 1915. Foi desenvolvido por F.W. Harris, mas é freqüentemente chamado de fórmula de Wilson, devido a R.H.Wilson, um consultor, que aplicou-a extensivamente.

A FIGURA 05 mostra um gráfico do EOQ, onde existem três

curvas, sendo elas: Custo Total, Custo de Produção e Custo de Preparação das Máquinas.

O ponto de mínimo do Custo Total (soma dos outros dois custos) representa o tamanho ótimo do lote.

Os japoneses apreenderam a "calcular" o EOQ e o praticaram, até que pudessem prescindir de toda esta teoria pois, para eles o EOQ constitui-se num excesso (ou "mura" em japonês).

O modelo EOQ considera os custos de preparação como sendo fixos para o lote, sugere também que quanto maior forem os lotes, mais diluídos serão os custos de preparação; os tempos de preparação de máquinas serão sempre iguais para o mesmo lote, não havendo um processo de redução dos mesmos com o tempo. No entanto, para os japoneses, as despesas provenientes da manutenção de estoques são reais e imutáveis ou crescentes, enquanto o custo de preparação pode ser reduzido continuamente (**FIGURA 06**). Abreviando-se os períodos necessários à preparação do maquinário, pode-se rebaixar o EOQ e reduzir seu custo.

Para muitos, reduzir o período necessário à preparação do maquinário constitui-se num obstáculo intransponível, mas os orientais, com determinação e persistência, conseguiram reduzir o tempo de setup de suas máquinas em até 100 vezes.

Tudo começou na Toyota quando esta lançou uma campanha destinada a abreviar os períodos de preparação do seu maquinário.

Para se ter uma idéia, o tempo de preparação do departamento de prensas foi de 2 ou 3 horas de 1945 até 1954. Este tempo foi reduzido para apenas 15 minutos de 1955 a 1964 e após 1970 caiu para somente 3 minutos. Este tempo de preparação (cerca de 3 minutos) é conhecido como "período simples de preparação", ou



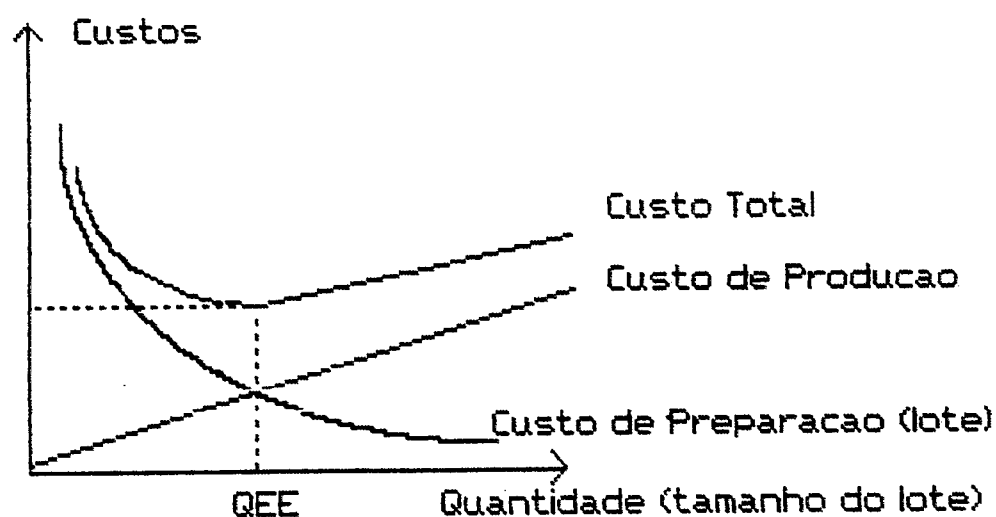
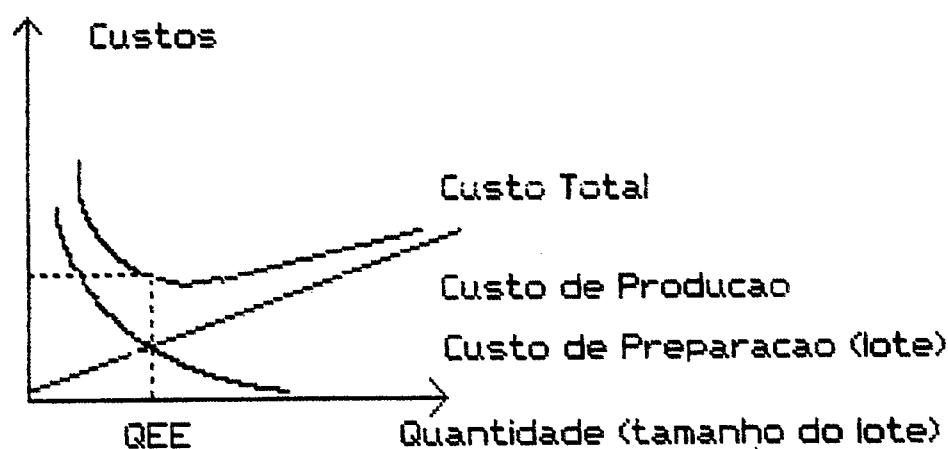


FIGURA 6: PRODUCAO "SEM" ESTOQUES



FONTE: SCHONBERGER, RICHARD. TÉCNICAS INDUSTRIAIS JAPONESAS: NOVE LICÕES OCULTAS SOBRE SIMPLICIDADE, 1984.

troca de ferramentas em um período simples ("SMED = Single Minute Exchange of Die").

Muitas vezes a Toyota já conseguiu preparar seu maquinário em menos de 1 minuto ("OTED = One Touch Exchange of Die"), ou seja, troca de ferramentas em um toque.

"Mas como os japoneses conseguiram preparar suas máquinas gigantes em menos de 10 minutos, ou mesmo em segundos, enquanto as companhias americanas e européias freqüentemente gastam no mínimo horas, e em determinados casos um dia inteiro nas trocas de ferramentas mais complexas?" [45].

A resposta a esta pergunta está na substituição das máquinas operatrizes comerciais por máquinas mais apropriadas, construídas pelos seus próprios ferramenteiros. As máquinas operatrizes "feitas em casa", podem ter finalidades mais específicas, são mais leves, fáceis de transportar e mais baratas.

Além do mais, elas podem reduzir essencialmente a zero o setup, pois já que foram projetadas para executar uma única tarefa, tudo que o operador tem a fazer é carrega-lá e descarregá-la evitando assim, a necessidade de qualquer acerto.

Dentre muitas vantagens que a redução do tempo de troca de ferramentas pode trazer a uma empresa, uma das mais importantes é o aumento da taxa de utilização das máquinas. Vejamos:

O tempo de preparação de uma determinada máquina é de uma hora. Supondo-se que seu regime de trabalho seja de 10 horas por dia e que sofra uma preparação por dia e que nesta máquina sejam procesados 5 diferentes lotes de peças (A,B,C,D e E), sendo que a cada dia se produza apenas um tipo de peça. Neste

caso, sua taxa de utilização é de 90% (uma hora de preparação e nove horas produzindo).

Vamos supor agora que alguém decida reduzir o tamanho dos lotes, de forma tal que a máquina passe a processar por dia um pequeno lote de cada um dos itens (A,B,C,D e E), sem no entanto reduzir o seu tempo de preparação.

Como temos 5 preparações a fazer por dia, sua taxa de utilização cairá 5 horas ( 5 preparações de uma hora cada), isto é, será apenas de 50%.

Considerando que se decida reduzir ainda mais o tamanho dos lotes, de maneira tal que se tenha de fazer dez preparações. Como o tempo de preparação continua sendo de uma hora, numa jornada de trabalho de 10 horas, não restaria tempo algum para produzir uma única peça. Se todas as máquinas da produção sofrerem o mesmo peso da citada decisão (redução do tamanho do lote) é bem provável que a empresa vá à falência se não voltar à antiga prática dos grandes lotes.

O EOQ é habitualmente utilizado para determinar a dimensão dos lotes a fabricar, mas também é utilizado pelo departamento de compras para determinar as quantidades a adquirir de terceiros, bastando para isto que a linha curva declinante represente o custo da ordem de compra e não o custo de preparar o maquinário.

Os japoneses investiram na redução das despesas das ordens de compra com o mesmo empenho com que enfrentaram a redução dos custos de preparação das máquinas. Eles simplificaram o custo das ordens de compra simplificando ao máximo o processo, exercendo um controle rígido sobre seus fornecedores

que dispensa muitas das operações realizadas no ocidente.

Concluimos então que a redução do tamanho do lote é de crucial importância na busca do sistema JIT, mas não adianta tentar fazer esta redução sem antes reduzir o tempo de preparação da máquina ou as despesas das ordens de compra.

Se a indústria conseguir reduzir o tempo de preparação de uma máquina, já é uma grande conquista, se bem que esta redução não proporcionará, a princípio, ganho algum. É que se as outras máquinas que pertencem ao mesmo processo produtivo não tiverem seus tempos de preparação também reduzidos, as mesmas serão obrigadas a conviver com pilhas de peças à espera. No entanto, é inegável que a redução do tempo de preparação de uma máquina por si só é suficiente para motivar o pessoal da engenharia a perseguir o mesmo objetivo para as outras máquinas do processo.

"Reduzir o tempo de troca de ferramentas de muitas máquinas pode ser o caminho mais fácil para introduzir o Sistema de Produção com Estoque Minimizado" [45].

### 5.2.2 Conceitos de Troca Rápida

A fim de reduzir o tempo de setup, quatro conceitos básicos devem ser praticados:

Conceito 1: Separação da preparação interna da externa.

A preparação interna refere-se às ações que inevitavelmente requerem que a máquina esteja parada. A preparação externa refere-se as ações que podem ser executadas enquanto a máquina esta operando.

Conceito 2: Transfira tanto quanto possível, as ações de

preparação interna para externa.

Sempre que possível deve-se fazer esta transferência a fim de evitar paradas nas máquinas.

Conceito 3: Elimine o processo de ajuste.

O processo de ajuste nas ações de troca normalmente gasta de 50% a 70% do tempo total da troca interna. A redução deste tempo é então muito importante na minimização do tempo de setup.

Conceito 4: Abolir por si mesma, a etapa de troca de ferramentas.

### 5-3 Diversificação e Motivação da Mão-de-obra

Quando desejamos implantar um sistema JIT, as linhas de produção terão que contar com um altíssimo nível de flexibilidade para que possam reagir rapidamente a qualquer variação do mercado, pois trabalhando com este sistema não teremos mais produtos finais em estoque para atender a estas variações. Assim, o processo deverá ter a facilidade de se adaptar, mudando sempre que necessário, sem perda de tempo.

Para conseguir obter este nível de flexibilidade, temos que utilizar operários treinados em vários tipos de operação (pelo menos três), de modo que possam exercer a contento qualquer uma das funções a eles destinadas. Desta forma, o operário poderá ser remanejado de uma para outra operação, a fim de atender o pedido de um outro produto.

Esta polivalência dos operários é muito comum em indústrias japonesas pois, com uma mentalidade para nós futurista,

as empresas procuram investir na formação de seus operários, ministrando-lhes programas de treinamento eficiente com cursos ministrados a praticamente todos os seus funcionários, desde gerentes, supervisores, encarregados e até o operário de chão de fábrica.

Um dos grandes problemas do treinamento e da supervisão nos países ocidentais e, especialmente no Brasil, é o padrão variável do que se entende como sendo um trabalho aceitável ou inaceitável. Muitas vezes o padrão depende de dificuldades do encarregado da seção em cumprir sua cota diária em termos da quantidade.

Todos os programas de treinamento realizados pelos japoneses têm a anuência dos sindicatos, no sentido de confiar a um funcionário tarefas que não estejam previstas na relação de funções que seu cargo pressupõe.

Em muitos países ocidentais (principalmente nos Estados Unidos), existe uma dificuldade muito grande dos empresários em conseguir anuência dos sindicatos para isto, ou seja, se um profissional for requisitado a operar uma determinada máquina que não seja aquela pela qual ele é pago, ele poderá recusar e ainda contar com o apoio do sindicato.

Felizmente isto não acontece no Brasil, visto que as leis trabalhistas não causam grandes limitações na formação de operários polivalentes: mais um motivo para implantarmos o sistema JIT. Um outro motivo seria a situação econômica em que o País se encontra (plena época de recessão), onde as indústrias têm que reagir com rapidez às alterações que sofre a venda de seus produtos e modelos. Contando com um sistema de trocas rápidas e

com uma mão-de-obra suficientemente flexível (operários polivalentes) para permitir a redistribuição dos trabalhadores na forma necessária, uma fábrica pode produzir os artigos e modelos que estejam encontrando procura.

Muitas fábricas japonesas possuem uma capacidade incrível de flexibilizar e agilizar a produção, a tal ponto que, de um minuto para outro, a fábrica inteira poderá estar produzindo um outro artigo sem prejuízos de qualquer natureza.

Para se conseguir a polivalência dos operários, é preciso antes de tudo motivá-los, através da concessão de benefícios reais, tais como: planos de carreira devidamente claros e honestos, tratamento respeitoso e digno, maior cobertura médica, higiene no trabalho, aumentos salariais espontâneos, melhores condições de segurança, ambiente de camaradagem entre todos os níveis. Enfim é uma gama muito grande de atitudes que pouco custam mas que muito valem.

"Promover condições adequadas para o trabalhador para que ele possa se sentir satisfeito com seu trabalho, é essencial para se atingir altos índices de produtividade" [04].

Depois que todos estiverem motivados, deve-se então fornecer-lhes um treinamento adequado para tornarem-se operários polivalentes. Logicamente, os operários que se submeterem ao treinamento deverão receber algum incentivo extra pois, toda vez que um empregado receber uma recompensa financeira por um treinamento recebido, ele se empenhará mais em seu trabalho para provar que o dinheiro do treinamento, bem como o adicional em seu salário que passou a receber "já estão sendo recompensados".

Ele buscará novos treinamentos dentro da empresa e

sempre estará disposto a qualquer plano de melhoria, em qualquer área em que a empresa resolva atuar.

Além disso, os empregados terão maior disposição para o trabalho. Cria-se dentro da empresa um ambiente de trabalho simbiótico em alto grau, em que progressos como reduzir o tamanho dos lotes, reduzir o tamanho das equipes administrativas e extirpar as causas dos defeitos são obtidos diariamente. Por sua vez, mão-de-obra desmotivada insiste em tarefas fixas e não tem o menor interesse em receber treinamentos, pois sabe que isto não lhe trará nenhuma vantagem.

Pode-se esperar (segundo os princípios do psicólogo B. F. Skinner) que "o trabalhador que com rapidez se dê conta dos resultados de sua habilidade se sinta naturalmente motivado a melhorar o próprio serviço".

Além disso, um homem bem treinado é mais um a dar boas idéias. Idéias essas que visem o controle dos defeitos, as quais alimentarão maiores avanços no controle dos refugos e da qualidade, idéias que visem abreviar o período necessário à preparação do maquinário, as quais realimentarão novas reduções no tamanho dos lotes...

Um plano como o Sistema de Estoque Minimizado não é algo que possa ser executado sem a motivação das pessoas. Elas têm que se enganjar no plano e se sentirem envolvidas, ao mesmo tempo que donas do plano.

"Somente aquele que sabe que tem na sua equipe de trabalho o seu maior patrimônio é que conseguirá chegar ao Sistema de Estoque Minimizado" [41].

Há muito tempo tenta-se desenvolver teorias a respeito



da natureza humana e técnicas de "administrar pessoas". Dentre estas teorias destacam-se: Teoria X e Teoria Y de Mc Gregor e Teoria Z de William Ouchi.

#### 5.3.1 Teoria X

A Teoria X foi adaptada de dois exemplos reais de técnicas de administração para se ter o controle de um particular tipo de população, a militar e a Igreja Católica. Esta teoria está fundamentada na punição, para o controle da mão-de-obra (dos empregados). Impede qualquer tipo de iniciativa individual, deixando assim enclausurada a criatividade e estreitando a atividade profissional. A teoria X leva as pessoas a efetuar somente o que a organização pretende que elas façam, independentemente do que cada um pensa ou de objetivos particulares.

No fundo, a Teoria X condensa um estilo de gerência que tem dentro de si algo da Administração Científica de F. W. Taylor, da Teoria Clássica de H. Fayol.

O próprio Mc Gregor admitiu que nem sempre os praticantes da Teoria X conseguem montar uma organização que seja eficiente e tenha sucesso. Assim, propôs uma nova teoria para corrigir as distorções da Teoria X: a Teoria Y.

#### 5.3.2 Teoria Y

Na Teoria Y a ameaça de punição não é o único meio que permite direcionar todos os esforços para os objetivos da

organização. O estilo de gerência é participativo e democrático, estruturado nos valores humanos e sociais. Isto é, na Teoria Y a administração é fundamentalmente um processo de criar oportunidades, liberando desta forma o imenso potencial das pessoas e rumando para o auto-desenvolvimento.

Na Teoria Y, tem-se uma gerência bem estruturada em medidas inovadoras e principalmente humanistas, destacando-se entre elas:

a) Descentralização das decisões e delegação de responsabilidades.

b) Ampliação dos cargos para se ter e dar maior importância ao tabalhador.

c) Participação nas decisões mais elevadas e concessão de oportunidades para que os empregados em qualquer nível possam emitir seus pontos de vista.

d) Auto-avaliação do desempenho.

O **QUADRO 01** mostra as principais pressuposições entre as duas teorias:

### 5.3.3 Teoria Z

William Ouchi, especialista em administração e professor na Graduate School of Management, da Universidade da Califórnia -Los Angeles - UCLA, fez um estudo bastante amplo e completo sobre as principais corporações japonesas e norte-americanas.

TEORIA X	TEORIA Y
1) AS PESSOAS SÃO INDOLENTES.	1) AS PESSOAS SÃO ESFORÇADAS E GOSTAM DE ESTAR OCUPADAS COM UM TRABALHO.
2) AS PESSOAS FOGEM DO TRABALHO	2) O TRABALHO É UMA DAS MUITAS ATIVIDADES NATURAIS COMO O SÃO BRINCAR, DESCANÇAR, ETC.
3) AS PESSOAS PROCURAM EVITAR A RESPONSABILIDADE COM O QUE SENTEM-SE MAIS SEGURAS.	3) AS PESSOAS VÃO EM BUSCA DE DESAFIOS E ACEITAM LIVREMENTE A RESPONSABILIDADE.
4) AS PESSOAS PRECISAM SER CONTROLADAS E DIRIGIDAS.	4) AS PESSOAS PODEM SE AUTOMOTIVAR E SE AUTO-ADMINISTRAR.
5) AS PESSOAS NÃO TÊM INICIATIVAS E SÃO INGÊNUAS.	5) AS PESSOAS SÃO CRIATIVAS, IMAGINATIVAS E COMPREENSIVAS

#### QUADRO 01: PRINCIPAIS PRESSUPOSIÇÕES DAS TEORIAS X E Y.

FONTE: MIRSHAWAKA, VICTOR. A ESTRATÉGIA PARA A QUALIDADE TOTAL, 1987.

Baseando-se nessas informações, ele formulou a Teoria Z, a qual traz à baila os segredos da estrutura trabalhista no Japão, exemplo ímpar de organização e administração eficaz.

Ouchi, em sua obra, desenvolveu um paralelo entre as características fundamentais das organizações japonesas e das americanas, com a finalidade de descobrir por que a produtividade no Japão cresce a uma taxa mais rápida a cada ano, ao passo que a produtividade nos Estados Unidos quase não aumenta e, por vezes, até declina. (Veja [43]).

De acordo com Ouchi, "o segredo do sucesso japonês não é a tecnologia, mas um modo especial de administrar pessoas. Um

estilo que se baseia em uma sólida filosofia empresarial, uma cultura de empresa distinta, desenvolvimento a longo prazo e decisão conceitual. Como resultado, tem-se menor rotatividade de empregados, maior compromisso com o emprego e produtividade incrivelmente alta" [51].

Duchi centra o seu trabalho na evidência psiquiátrica de que a permanência em um grupo sustenta o homem, permitindo que ele mantenha seu equilíbrio diante dos obstáculos normais da vida, ajudando-o a criar seus filhos que, por sua vez, se tornam crianças felizes e resistentes. Se o seu grupo é esfacelado ou se ele deixa o grupo em que era valorizado e se, acima de tudo, não encontra outro grupo com que possa se relacionar, sob um grande "stress", ele sofrerá desordens mentais de sentimento e de comportamento. Este círculo é vicioso e assim, a perda de permanência em um grupo durante uma geração pode tornar o homem incapaz de permanecer em um grupo na próxima.

A sociedade ocidental sempre teve sua base de sustentação em redes de parentescos, amizades, vizinhança, associações e igreja, assim tornando possível a vida coletiva. Mas, com o advento da industrialização, fenômenos como mobilidade social e geográfica, altas taxas de urbanização, divisão do trabalho, mudanças tecnológicas e muitas outras, contribuíram para o enfraquecimento das vidas comunitárias, familiares e nas amizades (muitos apontam este enfraquecimento como sendo a causa básica do aumento de divórcios, criminalidade, alcoolismo, insanidade mental...)

O Brasil, que passa há mais de 20 anos por um processo constante de industrialização, também apresenta todos estes

fenômenos mencionados por Ouchi.

Em sua tese de doutorado, H. M. Quintella, " Aspectos Organizacionais de Inovações Tecnocientíficas", Universidade Federal do Rio de Janeiro - 1981, propõe um modelo, o qual ele denominou de Modelo Z3, que visa o provimento de apoio ao empregado e sua família.

A diferença fundamental entre o modelo Z e o modelo Z3 está em que o modelo Z emerge de uma realidade americano-japonesa, enquanto o último emerge da realidade brasileira. Apresentamos agora 16 pontos básicos que regem a filosofia Z3, proposta por Quintella.

1 - Produtividade e satisfação no trabalho, estão intimamente ligados e dependem de organização (social e administrativa).

2 - Produtividade e confiança andam de mãos dadas.

3 - O Sucesso de uma empresa depende da boa vontade dos trabalhadores em fazer sacrifícios. Isto só pode acontecer se existir um sistema de premiação e recompensa adequado capaz de estimular sua boa vontade.

4 - A composição de equipes deve ser feita levando em conta, sutilmente, personalidades e relacionamento entre as pessoas, visando confiança, satisfação e produtividade máximas.

5 - Personalidade, capacidade, qualificação e habilidade de cada membro devem ser valorizadas e reconhecidas por toda a equipe. Assim, o mútuo conhecimento deve ser estimulado por meio de apresentações formais de curriculum vitae e acompanhamento das realizações pessoais.

6 - Os mecanismos básicos de controle administrativo

devem ser sutis, implícitos e internos.

7 - A filosofia da organização deve ser fartamente conhecida e assimilada e os objetivos gerais instintivamente conhecidos.

8 - Cada membro da equipe deve ser capaz de deduzir do contexto geral um número quase ilimitado de regras específicas ou alvos que sejam correspondentes às diversas circunstâncias do trabalho.

9 - O processo decisório é altamente participativo, consensual e baseado numa concordância tática com a filosofia Z3.

a) Três pessoas entrevistam todos os demais membros da equipe e conversam entre si para verificar discrepâncias.

b) Finalmente, eles consolidam o consenso geral ao ponto de todos compreenderem o ponto de vista do outro e serem capazes de apoiar a decisão tomada, apesar de esta não ser sua própria.

c) A decisão tomada deve então ser redigida pelo membro júnior da equipe até que seja finalmente aceita por todos os membros e tenha recebido o seu visto.

10 - Todos os processos empresariais são baseados numa ambigüidade intencional.

11 - A responsabilidade das decisões é sempre coletiva, nunca individual.

12 - Rodízio vertical e horizontal de pessoal é freqüente de modo a premiar sempre os esforços e sacrifícios extras.

13 - As equipes são sempre coordenadas e controladas por colégios decisórios trifuncionais que mantém reuniões semanais de avaliação e se baseiam nos subsídios fornecidos pelas reuniões de

auto-crítica coletiva e pública realizadas diariamente pelas equipes.

14 - Deve ser fortemente desestimulada e evitada a separação entre o planejamento e a execução.

15 - Todo membro da equipe deve ser estimulado a pensar e usar sua sabedoria em benefício da empresa e isto deve ser recompensado. Enquanto isto, a usurpação de trabalho deve ser reprimida.

16 - Todas as posições de mando são ocupadas, ao invés de por uma só pessoa, por um colégio decisório de três pessoas que são submetidas a um rodízio freqüente entre os membros da equipe.

OBS.: Os pontos da filosofia básica Z3 foram retirados da revista IBM, número 15, pag 10-17, março 1983.

O QUADRO 02 mostra as características dos Modelos de Empresas.

#### 5-4 O House Keeping (HK)

Quando observamos uma fábrica tipicamente ocidental e, mais especificamente, algumas fábricas brasileiras, encontramos todas as coisas misturadas nos diversos locais. Pilhas imensas de peças em diferentes estágios ou mesmo peças de diferentes linhas de produção, todas espalhadas pelos cantos e corredores, que a cada dia são movimentadas de um lugar para outro, pois onde estavam, atrapalhavam o trabalho de alguém, provocando grandes confusões, acontecendo, às vezes, de se terminar o processo faltando operações intermediárias. Tudo isto acontece porque

MODELO	CARACTERÍSTICAS
AMERICANO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EMPREGO DE CURTA DURAÇÃO.</li> <li>- PROCESSO DECISÓRIO INDIVIDUAL.</li> <li>- RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL.</li> <li>- AVALIAÇÃO E PROMOÇÃO RÁPIDAS.</li> <li>- CONTROLE FORMAL EXPLÍCITO.</li> <li>- TRAJETÓRIA DE CARREIRA ESPECIALIZADA.</li> <li>- ENFOQUE COMPARTIMENTADO.</li> </ul>
JAPONÊS-PURO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EMPREGO VITALÍCIO.</li> <li>- PROCESSO DECISÓRIO CONSENSUAL.</li> <li>- RESPONSABILIDADE COLETIVA.</li> <li>- AVALIAÇÃO E PROMOÇÃO LENTAS.</li> <li>- CONTROLE INFORMAL IMPLÍCITO.</li> <li>- TRAJETÓRIA DE CARREIRA NÃO ESPECIALIZADA.</li> <li>- ENFOQUE SISTEMÁTICO PARCIAL.</li> </ul>
MISTO AMERICANO/JAPONÊS (Z)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EMPREGO DE LONGA DURAÇÃO.</li> <li>- PROCESSO DECISÓRIO CONSENSUAL.</li> <li>- RESPONSABILIDADE INDIVIDUAL.</li> <li>- PROMOÇÃO E AVALIAÇÃO LENTAS.</li> <li>- CONTROLE INFORMAL IMPLÍCITO COM MEDIDAS EXPLÍCITAS FORMAIS.</li> <li>- CARREIRA MODERADAMENTE ESPECIALIZADA.</li> <li>- ENFOQUE SISTÊMICO TOTAL.</li> </ul>
Z3-BRASILEIRO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EMPREGO VITALÍCIO OU DE LONGA DURAÇÃO.</li> <li>- PROCESSO DECISÓRIO CONCEITUAL COM BASE NOS COLÉGIOS TRIFUNCIONAIS.</li> <li>- RESPONSABILIDADE DISTRIBUÍDA (MAIS COLETIVA QUE INDIVIDUAL).</li> <li>- PROMOÇÃO E AVALIAÇÃO MAIS LENTAS QUE NO MODELO AMERICANO E MAIS RÁPIDA QUE NO JAPONÊS E MISTO</li> <li>- CONTROLE INFORMAL IMPLÍCITO COM MEDIDAS EXPLÍCITAS E COMUNICAÇÕES FORMAIS POR ESCRITO.</li> <li>- CARREIRA PASSÍVEL DE ESPECIALIZAÇÃO OU NÃO DEPENDENDO DA VONTADE DO SUJEITO.</li> <li>- ENFOQUE SISTÊMICO MODELÍSTICO.</li> </ul>

QUADRO 2: CARACTERÍSTICAS DOS MODELOS DE EMPRESAS

FONTE: REVISTA IBM, NÚMERO 15 - MARÇO 1983.



nessas indústrias não há a menor preocupação com a prática do House Keeping .

A rigor, não existe um termo em português que possa traduzir com exatidão o significado do termo HK, razão esta porque utilizaremos o termo em inglês.

A idéia básica de HK é: "cada coisa no seu lugar e um lugar para cada coisa".

Para a prática deste princípio, todo o pessoal da fábrica deverá receber um treinamento especial, pois por trás deste princípio existe uma filosofia muito mais severa do que as palavras possam sugerir. Segundo o HK cada caixa contendo determinado item, tem que estar em um lugar pré-estabelecido e com tal obediência que, se não houver nenhuma caixa naquele lugar, supõe-se que na fábrica toda não existam tais itens em estoque (estoque este que deverá ser suficiente para suprir a "demanda" por algumas horas), desencadeando assim uma ordem de compra ou de fabricação.

#### 5.4.1 Vantagens do House-Keeping

A prática deste princípio traz algumas vantagens:

- Os operários não têm que abandonar suas funções para sair procurando as peças pelos cantos da fábrica, embaixo das máquinas ou mesmo no almoxarifado (que por sinal nem mesmo deve existir). O ideal é que o trabalhador gaste período zero para encontrar determinada peça que necessite e caso isto não aconteça, ele possa supor que essa peça esteja em falta.

- Auxilia na limpeza e higiene da fábrica, pois as peças

não estão mais esparramadas pelo chão e sim acondicionadas em caixas, devidamente identificadas e guardadas sempre no mesmo lugar.

- A fábrica fica com um aspecto de ordem e disciplina, proporcionando uma visão mais agradável do pavilhão.

- Facilidade na contagem das peças em processamento, ou seja, os encarregados não precisam perder tempo contando as peças espalhadas pela fábrica; basta contar quantas caixas existem (se houver mais de uma) e, de imediato sabe-se o número total de peças, uma vez que a quantidade delas, em cada caixa, é conhecida.

- Criam-se maiores espaços no interior da fábrica, os corredores ficam desinterditados, tornando-se mais fácil e segura a circulação dentro do pavilhão.

- A colocação e identificação exata das peças e ferramentas pode economizar muitos movimentos ( princípio muito valorizado por Frederick Taylor e os demais pioneiros da Administração Científica) dos operários, tornando seu trabalho menos cansativo.

Existem outras vantagens que o HK pode oferecer, pois cada benefício vem acompanhado de um fator multiplicador, cujos efeitos não param no fim da operação beneficiada.

O princípio HK é mais profundo, não se restringindo apenas às peças que se fabricam na empresa, mas aplica-se também ao ferramental das máquinas, ou seja, cada máquina tem seu armário de acessórios, de modo que ao se abrir o armário e uma determinada chave não for encontrada em seu devido lugar, a mesma só poderá estar na manutenção ou estar sendo usada na preparação da máquina em questão.

Uma maneira de se implantar o HK, bem como assegurar sua prática, é tornar cada operário o único responsável pela organização, limpeza e ordem do seu local de trabalho, cabendo a um supervisor fazer periodicamente vistorias nos locais e exigir uma justificativa técnica para tudo que ali encontrar e também para os lugares vazios, onde deveria existir alguma peça ou ferramenta.

A prática do HK não tem apenas o objetivo de eliminar a poluição visual ( pedaços de madeira, trapos velhos, caixas danificadas ou sem uso, sapatos velhos e toda sorte de quinquilharia possível), mas também a recuperação dos espaços perdidos ( corredores obstruídos e peças entre as máquinas), com a organização da planta da fábrica para se implantar o sistema Just-in-Time.

#### 5-5 Sistema de Produção Kanban

O sistema Kanban constitui-se em uma técnica de controle da produção "no momento exato" ou JIT, sendo o controle efetuado através do movimento de um cartão ( o Kanban propriamente dito). Na verdade, este sistema é um método de puxar os produtos acabados para fora da fábrica, estritamente segundo a demanda (quanto e quando necessário).

O termo Kanban determina 3 tipos de atividades:

1 - Um sistema de controle de fluxo de materiais ao nível da fábrica e que se estende, em alguns casos, a controle do material recebido de fornecedores ou distribuído a clientes.

2 - Um sistema para melhorar a produtividade do equipamento, com métodos de trabalho e práticas de movimentação de materiais usando o sistema de controle de material Kanban para identificar as áreas que apresentam problemas e avaliar os resultados das mudanças.

3 - Uma ferramenta para administrar o JIT.

Existem também diferentes meios pelos quais a palavra Kanban é usada, onde:

a) Kanban significa uma anotação, placa, aviso, cartaz, cartão, ficha visível, ou algo assim, onde aparecem escritas de forma perfeitamente compreensível as informações básicas:

- Especificação do item com seu nome e seu código.
- Especificação do container: o tipo e a quantidade por container.
- A identificação do departamento de produção ou do departamento fornecedor.
- A identificação do departamento consumidor.
- Identificação do cartão: seu número de série.

b) Kanban significa o sistema de controle de fluxo usando os cartões.

c) Kanban também refere-se às melhorias nos métodos de produção iniciados pelo uso dos cartões Kanban para o controle do material.

Existem basicamente dois tipos de Kanbans.

1) Kanban de Produção: É o Kanban que "autoriza" a produção. Tal Kanban nunca sai do centro de produção a que pertence.

2) Kanban de Requisição ou Transporte: É o Kanban que

"vai em busca" do material processado no estágio anterior. É, na verdade, um "guia de transporte". Ele nunca sai do recinto delimitado pelos centros "produtor" e "consumidor" a que pertence.

As FIGURAS 07 E 08, mostram exemplos de Kanbans da Toyota.( Veja [45]).

Mas, como funciona este sistema? O Kanban é um sistema onde o fluxo de todo o material a ser produzido é diretamente relacionado às necessidades da montagem final. Tanto na linha de montagem como em qualquer outro centro de trabalho, os operários retiram containers padronizados com o mínimo de peças necessárias

<b>NÚMERO DA PRATELEIRA DE ESTOQUE</b>		<b>ABREVIÇÃO DO ITEM</b>	<u>PROCESSO PRECEDENTE</u>
NÚMERO DO ITEM			
NOME DO ITEM			
TIPO DE CARRO			
<b>CAPACIDADE DA CAIXA</b>	<b>TIPO DA CAIXA</b>	<b>NÚMERO DE EMISSÃO</b>	<u>PROCESSO SUBSEQUENTE</u>

FIGURA 07: KANBAN DE REQUISIÇÃO

<b>NÚMERO DA PRATELEIRA DE ESTOQUE</b>		<b>ABREVIÇÃO DO ITEM</b>	<u>PROCESSO</u>
NÚMERO DO ITEM			
NOME DO ITEM			
TIPO DE CARRO			

FIGURA 08: KANBAN DE ORDEM DE PRODUÇÃO.

FONTE: MONDEN, YASUHIRO. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO, 1984.

para a produção. Ao retirá-los, o operário destaca um cartão (kanban de movimentação) que vem junto e entrega-o ao centro de trabalho precedente, o que significa uma autorização, ou ordem de serviço para a movimentação de mais um container de componentes.

Quando um container de peças é retirado de um centro de trabalho, o operário destaca um cartão (Kanban de produção) que permanece ali e representa uma autorização para a produção de mais um container padrão de peças.

Os cartões de movimentação e de produção são usados para unir todas as operações de manufatura e compras, necessárias para fazer um determinado produto. Cada container vazio da área de espera da entrada de uma estação seguinte de trabalho é devolvido a sua área de saída da estação de trabalho precedente, com um cartão de movimentação. O cartão de produção é retirado de um container cheio, o cartão de movimentação é substituído e as peças são transferidas para a estação seguinte.

O cartão de produção removido junta-se a um painel de cartões de ordem de produto dentro da estação de trabalho para repor a saída. Quando chega a vez daquele cartão, a informação dele indica o que produzir e onde as peças necessárias estão situadas na entrada.

Ao requisitar materiais, a montagem final gera automaticamente produção em todos os centros de trabalho. Portanto, tem que haver um dimensionamento cuidadoso, assegurando assim a produção gerada pela montagem final, em cada um dos centros de trabalho, correspondendo a um nivelamento perfeito da relação carga-capacidade, evitando desta maneira demoras ou

excessos de trabalho.

Uma vez produzidos os elementos solicitados, eles são transportados ao setor solicitante, juntamente com o respectivo Kanban, no qual também consta qual é esse setor. Assim, cada Kanban circula somente entre o setor solicitante e o solicitado, não podendo jamais extraviar-se ou chegar a outro ponto da fábrica, sob pena de prejudicar seriamente o sistema de produção JIT.

A principal vantagem dos Kanbans no processo da fábrica é que os operários não precisam pensar nem "adivinhar" qual é o programa de produção. Simplesmente seguem os pontos de partida e a sequência dos cartões.

Algumas das normas gerais a se observar no sistema Kanban são:

a) Ao departamento "consumidor", não é permitido:

- Solicitar uma quantidade maior de um item que a necessária.

- Pedir itens com antecedência.

b) Ao departamento de "produção", não é permitido:

- Fabricar mais peças do que as solicitadas.

- Fabricar peças antes da chegada do pedido.

- Entregar peças com defeito.

c) O departamento de controle deve tentar:

- Manter constantes a utilização e a carga das linhas individuais de produção.

- Oferecer um número adequado, porém mínimo, de cartões Kanban para os ciclos de controle.

O sistema inteiro de fluxo de materiais de um processo

de produção com vários estágios pode ser representado como uma rede de ciclo interligada de controle. O sistema é ligado internamente por meio de cartões Kanban na forma de uma cadeia de informações e uma cadeia de fluxos de materiais (FIGURA 09).

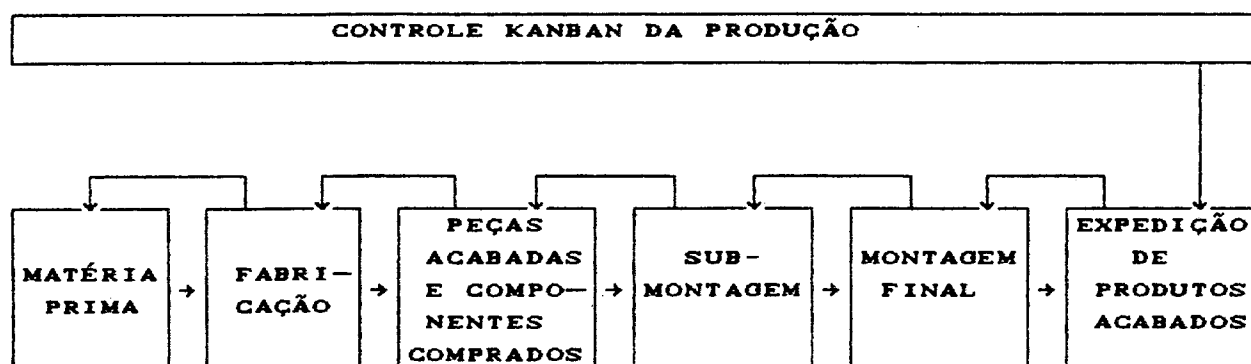


FIGURA 09: CONTROLE DE PRODUÇÃO BASEADO NO KANBAN

FONTE: MOURA, REGINALDO. IMPLANTAR O KANBAN PARA SE ATINGIR O JIT, SET/OUT. 1989.

#### 5.5.1 Regras do Kanban

A fim de realizar os propósitos do JIT, o prof. Yasuhiro Monden fornece algumas regras que devem ser seguidas.

##### Regra 1:

O processo subsequente deve retirar, no processo precedente, os produtos necessários e na quantidade necessária.

##### Regra 2:

O processo precedente deve produzir seus produtos nas quantidades requisitadas pelo processo subsequente.



REGRAS BÁSICAS DO SISTEMA KANBAN	PRINCÍPIOS	MEDIDAS QUE GARANTEM A CONFIABILIDADE	METAS E RESULTADOS
REGRA 1: CADA PROCESSO BUSCA AS PEÇAS NECESSÁRIAS NO PROCESSO ANTERIOR.	CADA PROCESSO SABE QUANTO NECES-SITA E QUANDO.	SEGUIR CONSISTENTEMENTE AS REGRAS: -NÃO RETIRAR PEÇAS SEM USAR CARTÕES KANBAN. -NÃO RETIRAR MAIS QUE O NÚMERO DE CARTÕES KANBAN PERMITE. -AS PEÇAS SEMPRE DEVEM SER ACOMPANHADAS POR CARTÕES KANBAN.	O NÚMERO DE PEÇAS NECESSÁRIAS EM CADA PROCESSO E QUANDO ESTAS SÃO NECESSÁRIAS SÃO DETERMINADOS AUTOMATICAMENTE.
REGRA 2: NÃO PRODUIR MAIS QUE A QUANTIDADE REQUISITADA PELO PROCESSO SEGUINTE.	CADA PROCESSO PRODUZ A QUANTIDADE RETIRADA PELO PRÓXIMO PROCESSO.	-NÃO PRODUIR MAIS DO QUE O NÚMERO DE CARTÕES RECEBIDOS. -PRODUIR NA ORDEM EM QUE OS CARTÕES KANBAN SÃO RECEBIDOS.	A SUPERPRODUÇÃO E A FALTA DE ITENS SÃO EVITADAS E AS ORDENS DE SERVIÇOS SÃO GERADAS AUTOMATICAMENTE.
REGRA 3: NÃO ENVIAR ITENS COM DEFEITO AO PRÓXIMO PROCESSO.	DEFEITOS SÃO O MAIOR CUSTO; ELES CRIAM DESORDENS PARA O PROCESSO. DAR TODA A PRIORIDADE À PREVENÇÃO DE DEFEITOS.	QUANDO OCORREM DEFEITOS: -O MAQUINÁRIO DEVE PARAR AUTOMATICAMENTE (AUTONOMAÇÃO). -O MATERIAL PARA DE FLUIR IMEDIATAMENTE (PARAR E TOMAR MEDIDAS DE IMEDIATO). -OS DEFEITOS SÃO CORRIDOS ASSIM QUE OCORREM.	-IDENTIFICAR E ELIMINAR A RAIZ DAS CAUSAS. -PROMOVER A COOPERAÇÃO E A EFETIVA PREVENÇÃO DE DEFEITOS
REGRA 4: OS CARTÕES KANBAN SÃO UM MEIO DE AJUSTE DA PRODUÇÃO.	RESPONDER ÀS MUDANÇAS NO PROGRAMA DE PRODUÇÃO.	AJUSTES EM PLANOS FEITOS DIARIAMENTE PARA QUE AS FLUTUAÇÕES SEJAM LIMITADAS E AS MUDANÇAS PERMANEÇAM PEQUENAS E CONTROLÁVEIS.	A PRODUÇÃO SINCRONIZADA TORNA-SE POSSÍVEL.
REGRA 5: ESTABILIZAR E RACIONALIZAR A PRODUÇÃO.	MANTER UM SUPRIMENTO MÍNIMO DE PEÇAS E PRODUIR AO MENOR CUSTO.	-USAR PEQUENOS LOTES. -USAR TEMPOS DO CICLO PARA PLANEJAR A PRODUÇÃO ("CICLONIZAÇÃO"). -BALANCEAR A SEQUÊNCIA DA PRODUÇÃO.	A PADRONIZAÇÃO REDUZ O EXCESSO E O DESPÉDIO.

QUADRO 03 : PRINCÍPIOS BÁSICOS DO SISTEMA DE CARTÕES KANBAN

FONTE: MOURA, REINALDO. KANBAN - A SIMPLICIDADE DO CONTROLE E DA PRODUÇÃO, 1989.

Regra 3:

Produtos com defeitos não devem ser enviados ao processo subsequente.

Regra 4:

A quantidade de Kanbans deve ser minimizada.

Regra 5:

O Kanban deve ser usado para adaptar pequenas flutuações na demanda.

O QUADRO 03 mostra as regras básicas do Sistema de Produção Kanban.

5.5.2 Número de Cartões Kanban

Para o cálculo do número de kanbans, deve-se utilizar o quadro abaixo:

**ORIENTAÇÃO PARA DETERMINAR O NÚMERO DE KANBANS: (K KANBANS)**

NÚMERO DE PEÇAS POR PERÍODO DE PLANEJAMENTO: D (Peças/h)

NÚMERO DE PEÇAS POR CONTAINER: N (Peças/container)

NÚMERO DE CONTAINERS POR LOTE ECONÔMICO: Q (Containers/ lote)

TEMPO DE REABASTECIMENTO:

HORAS DE OPERAÇÃO POR UNIDADE: R (horas/peça)

HORAS DE PREPARAÇÃO: S (horas)

TEMPO MÉDIO DE ESPERA POR CONTAINER: W (horas)

TEMPO DE TRÂNSITO POR LOTE: M (horas)

FATOR DE TOLERÂNCIA DA INTERRUPÇÃO: A (prob. de interrupção)

$$K = \frac{D ( N \times Q \times R + S + W + M )}{N} (1 - A)$$

**QUADRO 04 : CÁLCULO DO NÚMERO DE KANBANS**

FONTE: MOURA, REINALDO. IMPLANTAR KANBAN PARA ATINGIR O JIT, SET/OUT. 1989.

Como já fora mencionado, um dos objetivos do sistema Kanban é manter uma quantidade pequena de peças em processo. Naturalmente, o sistema não elimina totalmente as peças em processo, mas é uma ferramenta muito versátil no sentido de dirigir o processo a utilizar cada vez menos peças.

Assim, o número total de Kanbans não é determinado automaticamente pela fórmula exposta. O supervisor do processo ou, até mesmo o operador, tem muita influência sobre o número de Kanbans a serem utilizados. De fato, a cada supervisor são dadas as seguintes instruções. " Você pode ter tantos Kanbans quantos queira mas, deve reduzir o número de Kanbans operação por operação, até o limite mínimo possível, isto é, até que consiga melhorar seu processo".

O ideal deste sistema é que, quando o processo subsequente retirar suas peças, o nível do estoque de produto no processo precedente seja zero e que o próximo reabastecimento seja feito imediatamente. Este objetivo é algumas vezes difícil de ser atingido, mas deve ser sempre perseguido.

### 5.5.3 Kanban Eletrônico

Tradicionalmente, os sistemas são manuais e os cartões Kanban são trocados fisicamente no chão de fábrica. Dependendo do volume de produção, vários cartões são colocados em cada estágio da produção.

Entretanto, o sistema Kanban também pode ser computadorizado, fazendo com que as informações cheguem mais rapidamente ao chão de fábrica, proporcionando visibilidade e

coordenação totais da produção. Esta integração pode ser feita de um computador central para microcomputadores localizados em pontos estratégicos dentro da linha de produção.

Um micro colocado no chão de fábrica pode conseguir a confiança dos operários rapidamente. Além disto, a entrada direta de dados no chão de fábrica aumentará a velocidade e a precisão do processamento de informações. Os micros das diferentes linhas de produção formam uma rede integrada e compartilham de dados comuns na estrutura central.

#### 5.5.4 União entre JIT e MRP.

Muitas empresas fizeram uso do MRP como uma solução rápida, mas negligenciaram completamente outros elementos do sistema total. O MRP era geralmente implantado em empresas com longos tempos de preparação, muitos refugos e altos riscos de avarias nas máquinas.

Essas empresas descobriram que os MRP eram usados principalmente, para replanejar planos que nunca eram executados. Outro agravante é que os sistemas não possuem sensibilidade ao nível de fábrica, processo de manufatura, qualidade e mão-de-obra; estes entram essencialmente como "dados".

Aplicando, entretanto, estes sistemas em uma empresa JIT, onde estas reduzem seus tempos de preparação e atendimento, eliminam defeitos e trabalham com lotes e estoques reduzidos (suficiente para algumas horas de uso), há uma simplificação do planejamento e a execução/controle sobre a fábrica é muito mais direta.

A integração do JIT com o MRP I e MRP II é chamada de MRP III (veja [24]), onde a função do JIT é controlar a execução do plano de trabalho, mas produzir somente o que é consumido. O MRP III direciona a operação conforme o plano. Portanto, no MRP III a produção é autorizada através do consumo, sendo este o sinal para a reposição.

Os sistemas MRP são muito úteis no planejamento, podendo projetar as necessidades de mão-de-obra, capacidade da máquina, o uso de material e, em alguns casos, as necessidades de energia e espaço.

O sistema kanban, no entanto, não fornece estas informações diretamente, restringindo-se apenas ao controle e execução ao nível da fábrica.

Independentemente destas diferenças é muito aconselhável e até mesmo desejável o uso da união entre MRP e kanban, pois as desvantagens do MRP são compensadas pelo kanban e vice-versa.

Cabe aqui ressaltar que esta união deve ser balanceada, não devendo de forma alguma haver modificações na filosofia JIT, para que esta se adapte aos sistemas MRP. A FIGURA 10 mostra este equilíbrio.

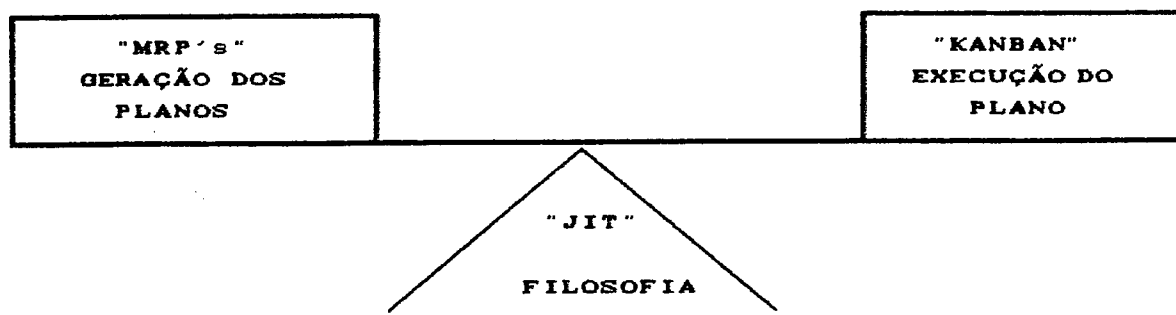


FIGURA 10: JIT, KANBAN E MRP'S.

FONTE: MOURA, REINALDO. KANBAN - A SIMPLICIDADE DO CONTROLE E DA PRODUÇÃO, 1989.

## 5-6 Célula Flexível de Manufatura

Uma das grandes diferenças entre o modo de pensar dos ocidentais e o dos japoneses reside no fato de os primeiros buscarem uma linha de produção acima de tudo balanceada, enquanto os segundos procuram flexibilizar ao máxima suas fábricas, tornando a linha de produção ágil onde, de um momento para outro, transformam as linhas em fábricas de outros produtos e, se preciso, voltam ao primeiro produto com igual facilidade.

Se compararmos duas fábricas, uma oriental e outra ocidental que façam exatamente os mesmos tipos de produtos, iremos de imediato descobrir uma diferença básica: Nas indústrias ocidentais o layout da fábrica está em bloco, ou seja, as máquinas estão agrupadas segundo suas naturezas. Assim, por exemplo, as furadeiras formarão um grupo único, fisicamente separado do grupo dos tornos, das fresadoras, das injetoras e assim por diante, utilizando funcionários específicos (especialistas) para cada tipo de máquina.

Com este tipo de layout estratificado ou funcional, formam-se estoques entre as máquinas, pois as operações estão longe umas das outras, os operários esperão então formar um lote de peças para levá-las em uma só viagem, diminuindo assim o controle sobre estas peças, além de aumentar o número de homens necessários ao transporte e o tempo total que a peça permanecerá dentro da fábrica.

Pesquisas realizadas nos Estados Unidos e na Alemanha em indústrias mecânicas que utilizam o layout funcional, mostraram que em se tratando de máquinas convencionais, do tempo de

permanência de uma peça dentro da fábrica, 95% é gasto com movimentação na fábrica e esperas diante das máquinas. Somente 5% do tempo total de produção é realmente dispendido na máquina. Ainda este estudo mostrou que dos 5%, somente 30% deste tempo, ou seja, 1,5% do tempo total, é gasto com usinagem, sendo os restantes 70% gastos com posicionamento, carga e descarga, medições, etc (FIGURA 11).

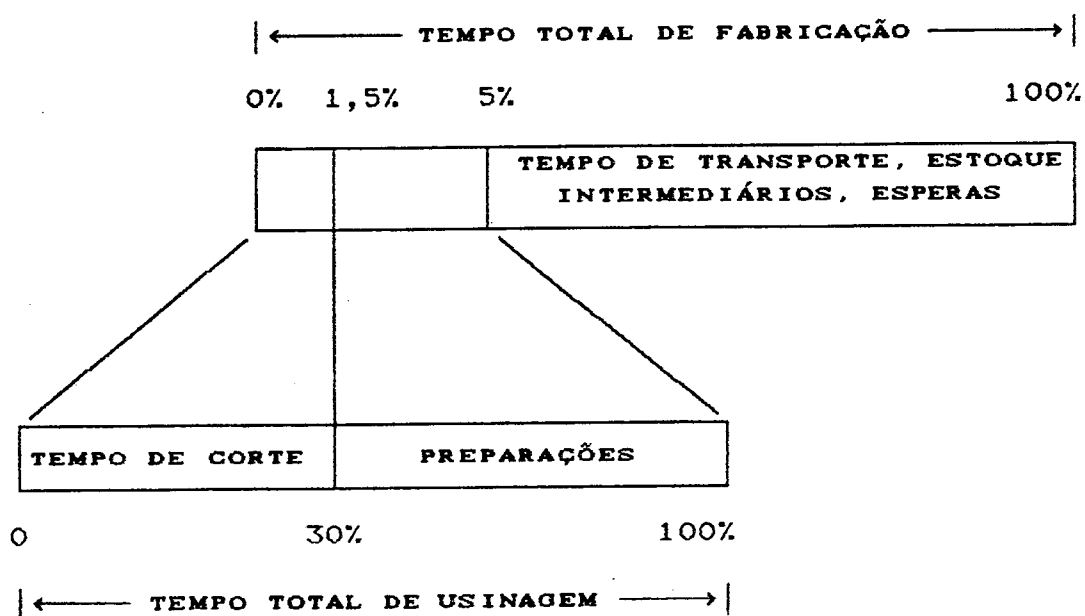


FIGURA 11: ANÁLISE DOS TEMPOS DE FABRICAÇÃO COM MÁQUINAS CONVENCIONAIS E MOVIMENTAÇÃO MANUAL DE PEÇAS.

FONTE: GONÇALVES FILHO, EDUARDO. PROJETO E IMPLANTAÇÃO DE CÉLULAS DE MANUFATURA, JUNHO 1990.

Este índice ( 5%), definido como índice de Ciclo é um importante fator de medição da administração da produção e é obtido por:

$$IC = \frac{\text{Tempo Apontado}}{\text{Tempo de Permanência}}$$

onde:

Tempo Apontado: É o tempo da peça nas estações de trabalho.

Tempo de Permanência: É o tempo total que um material permanece dentro da fábrica, desde a entrada como matéria-prima até a saída como peça acabada.

Baixos Índices de Ciclo, correspondem a longos ciclos de fabricação e têm como consequência altos índices de estoques em processo, imobilização do capital de giro, dificuldades em cumprir prazos e perda da lucratividade, bem como da competitividade.

Os japoneses, entretanto, ao invés de submeterem o processo ao layout, submetem o layout ao processo. Tal técnica consiste em dispor de maneira ótima as máquinas para assim atender melhor as necessidades do processo.

Este tipo de layout que se submete ao processo, é chamado de "Célula Flexível de Manufatura", Célula de Fabricação, ou simplesmente "Célula de Manufatura".

Conceito: "Uma célula de fabricação é um conjunto de máquinas diferentes colocadas próximas uma das outras e dedicadas à manufatura de uma família de peças. O objetivo da manufatura celular é diminuir o tempo total de fabricação de peças através da redução dos tempos de movimentação, de espera e de preparação das máquinas" [29].

Entre as muitas vantagens deste tipo de layout temos:

- a) Reduz o espaço ocupado.
- b) Minimiza o manuseio dos materiais.
- c) Permite maior flexibilidade.



- d) Reduz o lead-time.
- e) Requer maior flexibilidade do trabalhador.
- f) Proporciona ajustes periódicos por parte dos operários.

A FIGURA 12 fornece uma comparação entre a seqüência operacional de um produto em uma fábrica ocidental (onde a distância que o produto percorre chega a centenas de metros) e a seqüência operacional em uma fábrica oriental (distância percorrida é apenas de alguns metros).

"A célula de manufatura, na realidade, foi inventada pelos russos. Os japoneses, entretanto, adaptaram este tipo de layout à forma de "U", pelas seguintes razões" (Veja [45]).

1) Fazer com que a peça entre na célula e saia pelo mesmo lado, a fim de que a peça terminada esteja à disposição do mesmo corredor por onde ela veio.

2) Permite que a célula seja comandada por uma única pessoa, que coloca a peça bruta na entrada da célula e retira a peça acabada na saída dela, sem se deslocar muito.

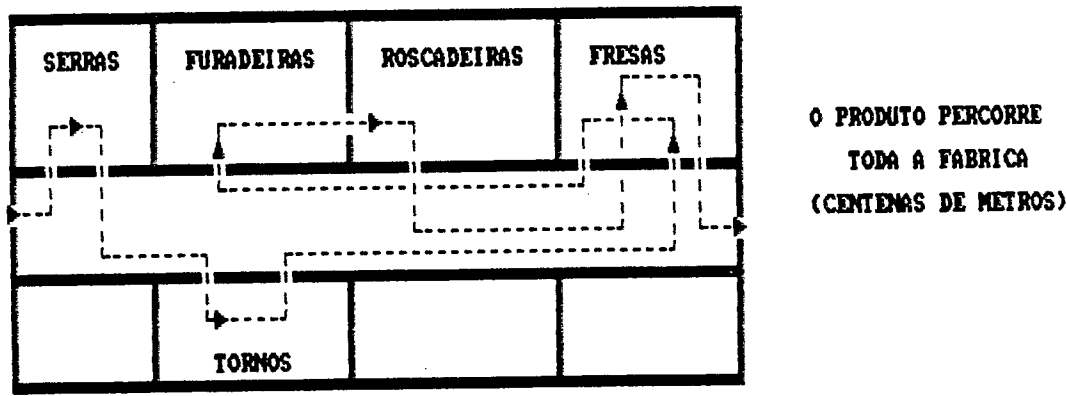
A mais importante e notável vantagem deste tipo de layout é a flexibilidade que este proporciona, onde para se adequar às alterações nas quantidades de produção e variação da demanda pode-se aumentar ou reduzir o número necessário de operadores, esta adequação pode ser feita nas áreas próximas ao posto de trabalho em forma de U.

#### 5.6.1 Projeto da Célula de Fabricação

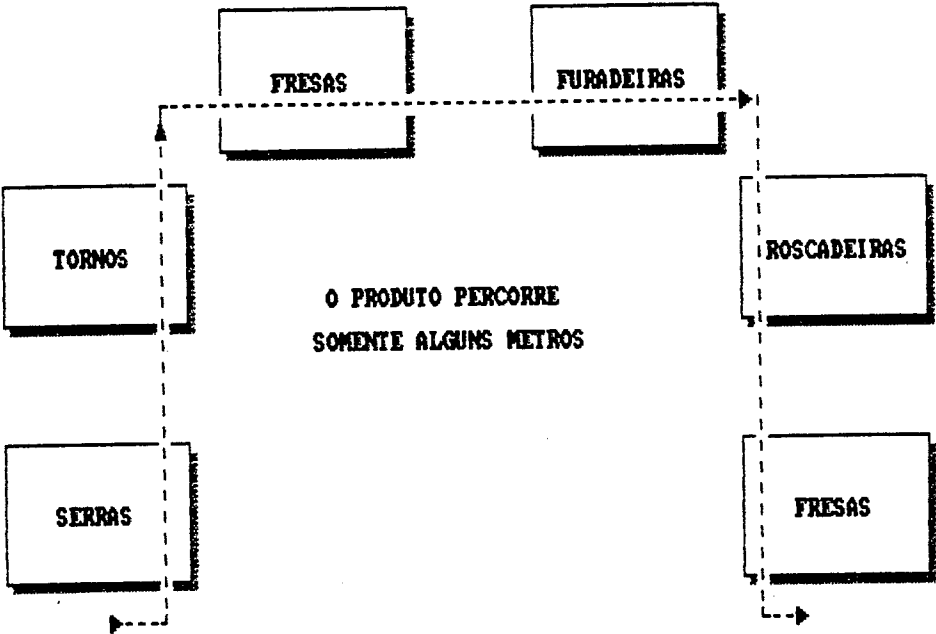
A implantação do arranjo físico celular deve ser feito

FIGURA 12 : SISTEMA OCIDENTAL X SISTEMA TOYOTA DE PRODUCAO

SISTEMA OCIDENTAL : PROCESSO ADAPTA-SE AO LAYOUT



SISTEMA TOYOTA: "CELULAS DE MANUFATURA" - LAYOUT ADAPTA-SE AO PROCESSO



FONTE - MACEDO NETO, LUIZ. SISTEMA DE PRODUCAO COM INVENTARIO MINIMIZADO  
UMA ABORDAGEM TECNICO-FINANCEIRA. 1989.

através de um planejamento global das atividades ou estágios a serem desenvolvidos.

Além disso, para cada um dos estágios deve-se verificar se as informações requeridas podem ser rapidamente obtidas na indústria.

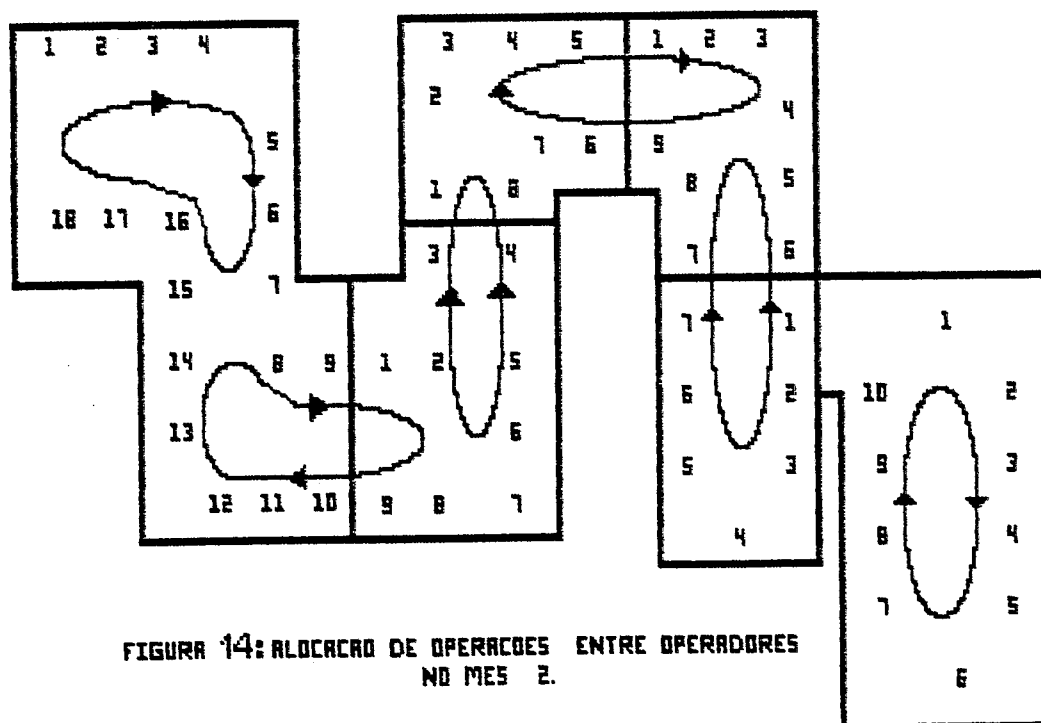
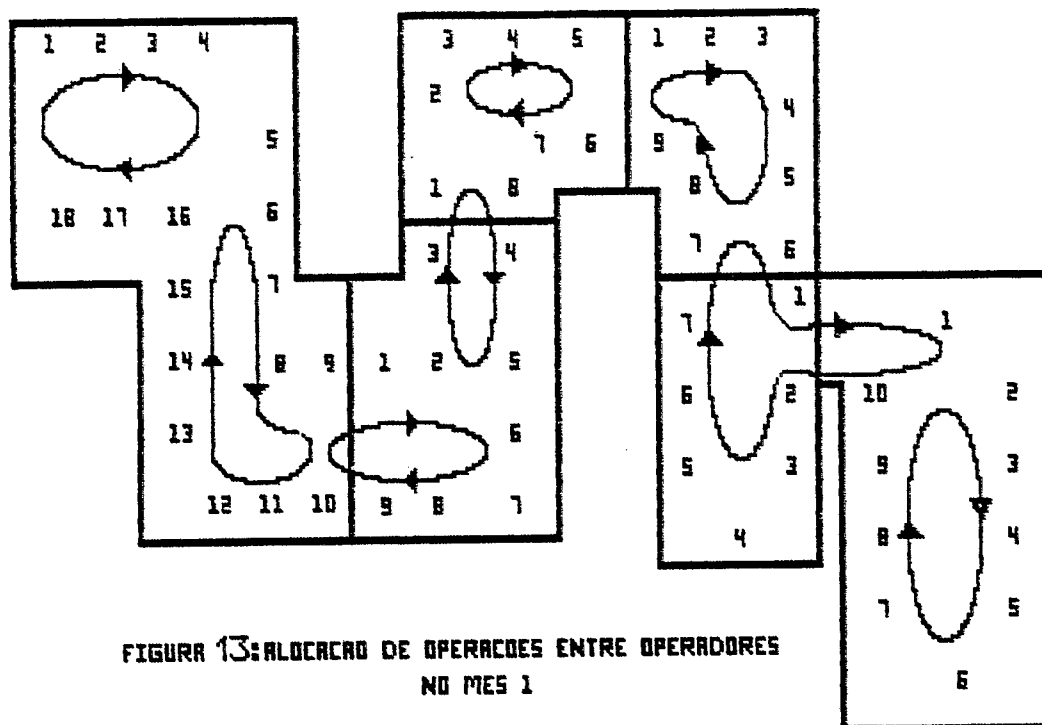
De um modo geral pode-se identificar os seguintes estágios:

- Análise de componentes.
- Determinação dos tipos de máquinas.
- Previsão de demanda de componentes.
- Determinação do número de máquinas.
- Determinação da mão-de-obra.
- Estratégia de planejamento e controle da produção na célula.

#### 5.6.2 Combinando as Linhas em Formato de U

Com o objetivo de evitar quantidades fracionadas de operadores, a Toyota combina diversas linhas em forma de U em uma linha integrada visando, desta maneira, a alocação de operações entre trabalhadores. Por exemplo, suponhamos que exista um processo combinado que consiste de seis linhas diferentes (A-F) e que em cada linha está se fabricando um produto diferente.

De acordo com a demanda mensal do produto, necessita-se de um determinado número de operários para completar o tempo de ciclo de processo. Considerando-se, a título de exemplo, que a demanda no mês 1 necessita de 8 operários trabalhando na linha. A FIGURA 13 (setas) indica a rota que cada operário percorre.



Entretanto, se no mês 2 a demanda cair e o tempo de ciclo de processo for aumentado, o número de empregados trabalhando na linha será reduzido. Suponhamos que este número seja 6. A FIGURA 14 (setas) indica a nova rota que cada operário teria de percorrer.

### 5.6.3 Tecnologia de Grupo (TG)

Aliadas a Célula de Manufatura, podemos também utilizar técnicas para identificar as famílias de peças que possuem atributos comuns. Uma das técnicas mais utilizadas para este fim é a Tecnologia de Grupo.

Segundo E. A. Haworth "a tecnologia de grupo é a técnica de identificação e aglomeração de peças similares em um processo de produção com o objetivo de utilizar as vantagens inerentes dos métodos de produção em massa" (Veja [27]).

Ou podemos dizer que "É uma técnica que identifica e explora as similaridades de projetos e de processos de fabricação dos componentes produzidos por uma empresa, [27].

Na prática a TG nada mais é do que agrupar os componentes de acordo com suas similaridades de desenhos (características geométricas) ou de processo (características de fabricação). As análises provenientes dessas informações criam condições de se aproveitar algumas das vantagens da produção em massa, facilitando padronização de processo e eliminando duplicidade de desenhos e/ou processos de fabricação, reduzindo assim substancialmente o número de itens.

"De uma maneira, genérica pode-se dizer que a TG se

preocupa em dar soluções semelhantes a problemas semelhantes" [27].

Muitas indústrias fazem uso da TG, principalmente as que produzem produtos variados, em lotes de fabricação pequenos e médios.

Podemos analisar o uso da TG sob dois aspectos: um macroscópico, identificando o tipo de indústria que mais se adapta à aplicação dos conceitos da TG e outro microscópico, realçando nas indústrias os departamentos que mais se beneficiam com a implantação da TG.

#### Métodos para a Formação de Famílias de Componentes:

Existem vários métodos para a determinação das famílias de peças, podendo ocorrer casos onde seja possível a aplicação de mais de um método. Vejamos os 3 principais:

##### a) Inspeção Visual/Manual

Este é o método mais simples, consistindo apenas de uma análise visual e manual dos desenhos das peças fabricadas pela indústria, classificando as peças similares em famílias.

Este método pode proporcionar resultados satisfatórios para pequenas quantidades de peças (até 100 peças). Entretanto, para quantidades maiores esta análise requer muito tempo, sendo conveniente a aplicação de outros métodos.

##### b) Sistema de Classificação e Codificação (SCC)

O método de formação de famílias baseado em um sistema de classificação e codificação (SCC) é mais utilizado na área de

projetos do produto. Porém, nada impede de ser utilizado no projeto de células de fabricação. Este método permite o uso de computador para classificar rapidamente uma peça.

A primeira fase deste método é a escolha conveniente de um SCC. Assim, as características geométricas e/ou de fabricação são traduzidas por um número de codificação.

Basicamente, existem dois tipos de códigos: Hierárquicos ou monocódigos e policódigos.

Códigos Hierárquicos: Este tipo de código é muito semelhante ao utilizado por bibliotecas na identificação dos livros, onde o primeiro dígito dá a classificação geral da peça e os seguintes vão detalhando e especificando esta classificação.

Códigos Policódigos: Neste tipo de código, cada dígito tem uma interpretação definida, independentemente de todos os outros dígitos. Uma das grandes vantagens deste código é que ele facilita o aprendizado e a interpretação rápida de um código por todos os elementos envolvidos no processo de produção. Entretanto, exige um número elevado de dígitos para uma boa e completa classificação.

Este código tem uma estrutura em cadeia, onde cada dígito ( ou agrupamento de dígitos) pode definir a forma, as dimensões, tipo de material, tolerância, usinabilidade, etc.

Freqüentemente, o número de dígitos utilizados é 12. Por exemplo o sistema de classificação Miclass utiliza os 4 primeiros dígitos para definir a forma da peça ( revolução, concêntrica, chata, dobrados - tubo ou barras, etc), os quatro seguintes referem-se às dimensões, o nono e o décimo indicam a tolerância e os dois restantes a usinabilidade da peça. Entretanto, poderão ser

utilizados mais dígitos para especificações referentes a tamanho do lote, tempo de execução da peça, principais operações de usinagem, etc.

Após a escolha do SCC, a próxima etapa é a formação de famílias de peças com base na similaridade dos números de codificação.

Existem duas técnicas principais para a formação de famílias de peças usando um SCC. A primeira, conhecida como matriz característica da família, utiliza uma matriz cujas colunas correspondem aos dígitos do SCC e as linhas às características ou atributos do código.

A segunda técnica utiliza um número menor de dígitos selecionados dentre os dígitos do SCC, agrupando em famílias peças que apresentem números idênticos de códigos reduzidos.

Os SCC incluem programas de recuperação e de análise de dados. O sistema CODE, por exemplo, permite as seguintes recuperações de dados:

Recuperação Básica: O operador especifica o código e o sistema informa as peças que possuem este código.

Recuperação Matricial: O operador especifica o número de código usando dígitos e faixas de dígitos e o sistema informa todas as peças dentro da faixa especificada.

Recuperação Analítica: O operador, neste tipo de recuperação, especifica o número da peça e o sistema informa quais as peças que, associadas, permitem gerar peças da família especificada, informa quais as peças que podem ser feitas a partir da peça com o código dado e, também, pode recuperar todas as peças que são similares à peça cujo número foi dado.



### c) Análise de Fluxo de Produção (AFP)

Este é o mais importante e o mais utilizado método para o projeto de células de fabricação. A AFP foi apresentada por J.L. Burbidge em 1962.

O método constitui-se de 4 estágios, mas somente o segundo, denominado de Análise de Grupos, nos interessa neste momento, pois é nele que as peças são agrupadas em famílias e as máquinas em grupos, de modo que cada família de peça possa ser completamente processada dentro da célula de máquinas.

A Análise de Grupo requer a formação de uma matriz componente/máquina, onde as linhas ( $i$ ) representam os componentes a serem analisados e as colunas ( $j$ ), as máquinas usadas para processar tais componentes.

Assim, definimos os elementos da matriz por:

$$\begin{cases} x_{ij} = 1, & \text{se o componente } i \text{ requer processamento na máquina } j. \\ x_{ij} = 0, & \text{caso contrário.} \end{cases}$$

A idéia principal do método consiste em manipular linhas e colunas, até que os elementos não nulos da matriz formem grupos distintos alinhados ao longo da diagonal principal da matriz, facilitando a identificação de peças e os respectivos grupos de máquinas.

Para a otimização do agrupamento máquinas/peças, existem vários algoritmos, sendo que os mais conhecidos são o "Rank Order Clustering (ROC)" e o "Direct Clustering Algorithm".

## 5-7 Automação de Baixo Custo

Cultivando coisas simples e naturais, os japoneses entretanto não abrem mão dos benefícios da alta tecnologia. Utilizam todos os recursos que as técnicas modernas podem oferecer no sentido de tornar a produção cada vez mais ágil.

Dentre os dispositivos utilizados pela indústria japonesa, encontram-se os transportadores automáticos, para o transporte de peças pesadas de uma célula para outra.

Entretanto, sempre que uma operação manual possa ser executada com a mesma precisão, eficiência e rapidez que seria por um dispositivo automático, eles preferem a primeira opção.

Para os orientais, o lema é: "Simplifique primeiro, então automatize, e depois faça a integração entre ambos". Os resultados têm mostrado que a simplificação (JIT/TQC) do processo produtivo pode produzir de 75% a 80% de rendimentos, enquanto a automação por si só, às vezes, pode aumentar ainda mais os problemas, que já são muitos.

### 5.7.1 Máquinas a Comando Numérico (NC)

Um dos exemplos de automação são às máquinas a NC. Uma máquina NC, caracteriza-se por:

- Grande flexibilidade na fabricação de peças multivariadas.
- Grande precisão de execução.
- Facilidade no controle da produção.

- Facilidade no controle da produção.
- Redução do erro humano ( as máquinas possuem maior repetibilidade).
- Grande produtividade (leitura automática de projetos e especificações).
- Possibilidade de armazenamento de dados ( projetos, especificações geométricas, etc.).

O QUADRO 05, apresenta algumas das vantagens das máquinas NC, bem como desvantagens.

VANTAGENS DAS TÉCNICAS NC	PROBLEMAS NO USO DO NC
<ul style="list-style-type: none"> <li>- MANUFATURA A CUSTOS MAIS BAIXOS.</li> <li>- MELHORIA DA QUALIDADE.</li> <li>- MAIOR FLEXIBILIDADE</li> <li>- MENORES CUSTOS EM MÃO-DE-OBRA.</li> <li>- ELIMINAÇÃO DE ERROS HUMANOS.</li> <li>- INCREMENTO DE CAPACIDADE.</li> <li>- INCREMENTO DA PRODUTIVIDADE.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- MENOR SEGURANÇA DE FUNCIONAMENTO DA ELETRÔNICA.</li> <li>- REPROGRAMAÇÃO MAIS FREQUENTE</li> <li>- MANUTENÇÃO.</li> <li>- INVESTIMENTOS MAIS ALTOS.</li> <li>- ENVELHECIMENTO MAIS RÁPIDO.</li> <li>- PRODUÇÃO COM MAIORES RISCOS.</li> <li>- ALTERAÇÕES EMPRESARIAIS INDESEJÁVEIS.</li> </ul>

QUADRO 05: VANTAGENS/DESVANTAGENS DO USO DE MÁQUINAS NC.

FONTE: STANGE, PLÍNIO. MÁQUINAS A COMANDO NUMÉRICO, 1985.

Uma etapa posterior às máquinas NC, são as máquinas CNC, onde o programa é fornecido por um computador que contém todos os dados que alimentarão a máquina.

Prosseguindo na evolução, encontramos as máquinas DNC. Neste caso, várias máquinas CNC, estão conectadas a um mesmo

computador, o qual contém todos os dados que os alimentarão, ou seja, as máquinas DNC formam um conjunto de máquinas CNC, trabalhando em paralelo, mas ligadas ao mesmo banco de dados.

#### 5.7.2 Utilização de Robôs

Atualmente existem no Brasil, várias empresas fazendo uso de algum tipo de robô. Entretanto, sua principal atuação ainda continua sendo os processos de manufatura de natureza repetitiva, em ambientes agressivos ao homem, ou que exigem grande precisão e que envolvem grandes esforços físicos. Por sua vez, a utilização de robôs nos processos de manufatura é hoje uma tendência inevitável, cuja importância não pode ser contestada.

No entanto, a decisão de implantação deve ser muito bem estudada, levando em consideração principalmente os lucros que esta implantação trará. Para tanto deve-se avaliar:

- O volume da produção.
- As alterações no produto dentro do prazo de amortização do robô.
- A precisão exigida.

#### 5-8 Manutenção Produtiva Total (TPM)

Embora seja um conceito relativamente novo, consideramos de extrema importância abordar os fundamentos da TPM ("Total Productive Maintenance").

No Japão, a concepção de manutenção surgiu no final da

década de 40. Naquela época, os equipamentos eram postos em funcionamento sem a devida atenção quanto ao fator conservação, recebendo reparos somente após a quebra. Assim, a produção se desenvolvia num clima de incerteza, podendo a quebra ocorrer a qualquer momento.

Esse clima de incerteza atormentava também os norte-americanos, e foi justamente dos Estados Unidos que veio um método de manutenção, denominado de "Preventive Maintenance" (manutenção preventiva). A manutenção preventiva pressupunha a ocorrência de problemas, antes que acontecessem de fato para, assim, tomar antecipadamente as devidas providências. Numa época, em que as fábricas viviam em um total clima de instabilidade funcional dos equipamentos, tal prática parecia ser a solução divina.

Esta solução, entretanto, reduzia os custos decorrentes das quebras, mas elevava demasiadamente os custos com manutenção. Isto fez com que muitos questionassem a real necessidade de substituir periodicamente as peças, conforme tal prática exigia.

O Japão, que passou por todas estas experiências, verificou na década de 60 uma fantástica modernização de equipamentos. Nessa época nasce, então, a "Maintenance Prevention" (prevenção da manutenção) que consistia, já na fase de projeto de equipamento, fazer refletir toda a experiência adquirida até então, de modo que a operação fosse facilitada, que o equipamento fosse de difícil quebra e que permitisse um fácil reparo. Para um equipamento assim concebido, dirigia-se um processo de manutenção diferente de até então. O processo que engloba todos estes pontos chamou-se de "Productive Maintenance" (manutenção produtiva).

Sendo que o operador é que manuseia seu equipamento,

ninguém conhece mais sua máquina que ele próprio. Portanto, é o operador quem deve observar cautelosamente o equipamento, detectando rapidamente qualquer anormalidade. As inspeções e lubrificações que podem ser realizadas com facilidade, e que são as condições necessárias para um bom desempenho operacional do equipamento, devem ser realizadas por ele (operador). O processo que englobou todos estes conceitos foi a "Total Productive Maintenance" (TPM).

Em um sentido mais amplo a TPM deve ser entendida como a execução da manutenção do sistema de produção com a participação de todos os elementos da organização.

Em 1971 o JIPM ( "Japan Institute of Plant Maintenance") definiu a TPM da seguinte forma (Veja [43]):

1) O seu primeiro alvo é a maximização da eficácia do equipamento (melhoria da eficácia total).

2) Estabelecer um sistema total de manutenção produtiva (MP) cobrindo a vida completa do equipamento.

3) Cobrir todos os departamentos, tais como o departamento de planejamento, o departamento de utilização do equipamento, o departamento de manutenção e outros.

4) Necessita da participação de todos os membros do quadro de empregados, desde o topo da administração até os trabalhadores da oficina.

O QUADRO 06 mostra claramente a diferença entre TPM, manutenção Produtiva e a Manutenção Preventiva.

FINALIDADE	CARACTERÍSTICAS ENGLOBADAS		
	TPM	MANUTENÇÃO PRODUTIVA	MANUTENÇÃO PREVENTIVA
1) BUSCA DE ECONOMIA (MANUTENÇÃO LUCRATIVA)	**	**	**
2) SISTEMA TOTAL (MANUTENÇÃO CORRETIVA E PREVENTIVA)	**	**	
3) MANUTENÇÃO AUTÔNOMA POR OPERADORES (ATIVIDADES DE PEQUENOS GRUPOS)	**		

QUADRO 06: DIFERENÇAS ENTRE TPM, MANUTENÇÃO PRODUTIVA, MANUTENÇÃO PREVENTIVA.

FONTE: MIRSHAWAKA, VICTOR. ESTRATÉGIA PARA A QUALIDADE TOTAL, 1987.

### 5-9 Produção em Pequenos Lotes

Uma vez conquistados todos os elementos expostos no capítulo V, a fábrica estará em condições de começar a produzir em pequenos lotes e mais, estes lotes, no transcorrer do tempo, devem ser continuamente reduzidos. Porém, como os estoques, estas reduções devem ser paulatinas, sem pressa.

Vamos agora conhecer outro fator primordial para que possamos aplicar o Sistema de Produção com Estoque Minimizado: a Qualidade dos produtos.

## CAPÍTULO VI

### 6 - QUALIDADE

#### 6-1 Introdução

Existem vários fatores que poderão melhorar a posição de uma empresa dentro do mercado. Redução de custos e um marketing adequado, com certeza irão facilitar a colocação de seus produtos. Mas, existem dois fatores fundamentais: produtividade e qualidade. Esta última, por sinal, talvez seja o maior obstáculo a ser ultrapassado na busca pelo Sistema de Produção com Estoque Minimizado, que desejamos implantar. É que uma empresa não conseguiria sobreviver por longo prazo sem estoques, sem antes eliminar as paralisações da produção causadas pela sua má qualidade.

Para eliminar estas paralisações, a fórmula está em um sistema que contenha aspectos de auto-aperfeiçoamento, isto é, o sistema JIT conjugado com o Controle da Qualidade Total.

Como já nos referimos numerosas vezes a qualidade, sem no entanto conceituá-la, procuraremos fazê-lo neste capítulo, num caracter puramente informativo.



## 6-2 Diversas Abordagens sobre Qualidade

Qualidade é a chave da economia de uma nação, considerada requisito essencial em qualquer produto. Porém, primeiramente seria bom vermos a definição da palavra Qualidade, que é um termo que vem do Latim (Qualitas, Qualitatis), significando atributo, condição natural, propriedade pela qual uma pessoa ou coisa se individualiza, distinguindo-se das demais.

O termo qualidade é amplamente utilizado pelos vários setores da indústria e de uma forma geral pelo consumidor. Na própria literatura sobre o assunto, encontramos diversidades. Nos últimos anos, várias áreas do conhecimento (filosofia, economia, marketing, etc.) têm abordado o assunto de maneira diferente. Por exemplo: A filosofia tem focalizado a qualidade de forma abstrata; a economia através da maximização do lucro e do comportamento do mercado; o marketing através da evolução dos índices de vendas e da satisfação do consumidor, e assim por diante.

Unificar e organizar os diferentes enfoques e linguagens sobre qualidade tem sido uma preocupação constante do pessoal envolvido com o assunto. David A. Garvin, em 1984 publicou, nos Estados Unidos, um artigo intitulado "O que significa realmente qualidade do produto", onde propôs algumas abordagens básicas de qualidade e, dentro delas, apresentou conceitos diversos sobre o que seja realmente, qualidade.

Em seu livro, "Controle de Qualidade: Uma abordagem Abrangente" [52], o professor Edson Pacheco Paladini discorre sobre tais abordagens. Utilizando seus conceitos, temos:

### 1) Abordagem Transcendental:

Nesta abordagem, a qualidade pode ser vista como um conceito que dificilmente pode ser fixado com precisão, constituindo-se numa propriedade descaracterizada de qualquer análise, que se aprende a reconhecer unicamente através da experiência. São exemplos da definição de qualidade:

"A qualidade não é pensamento nem matéria, mas uma terceira entidade independente das duas (...) Ainda que a qualidade não possa ser definida, percebe-se que ela existe" ( R. M. Pirsig, 1974).

"...uma condição de excelência significando que a boa qualidade é diferente da má qualidade (...) A qualidade é atingida quando o padrão mais elevado está sendo confrontado com outro, mais pobre e pior" ( B . W. Tuchman, 1980).

### 2) Abordagem Centrada no Produto:

Considera-se, aqui, a qualidade como sendo uma variável passível de medição, podendo assumir determinados valores. De acordo com esta abordagem, diferenças de qualidade refletem diferenças na quantidade de algum atributo do produto. Em uma análise mais ampla, melhor qualidade seria, aqui, sinônimo de maior número e melhores características que um produto apresenta. Exemplos de definições:

"Diferenças na qualidade equivalem a diferenças na quantidade de alguns atributos desejados" (L. Abbott, 1955).

"Qualidade refere-se às quantidades de atributos inestimáveis contidos em cada unidade de atributo estimado" (K.B. Leffler, 1982).

### 3) Abordagem Baseada no Usuário:

Nesta abordagem, qualidade é um índice de satisfação que o uso do produto irá proporcionar ao consumidor. Assim, segundo esta abordagem, não se pode pensar em qualidade se não se pensar no consumidor. Exemplos de definições:

"A qualidade é o grau com o qual um produto específico atende às necessidades de consumidores específicos" (H.L. Gilmore, 1974).

"Qualidade é adequação ao uso" ( J. M. Juran, 1974).

### 4) Abordagem Baseada na fabricação:

Esta abordagem preocupa-se com os procedimentos de engenharia e fabricação. Praticamente esta abordagem identifica qualidade como sendo "conformação às exigências, especificações ou requisitos". Assim, se o processo de fabricação não pode desenvolver um produto conforme suas especificações, automaticamente a qualidade estará comprometida. Exemplos de definições:

"Qualidade é o grau com que um produto específico se conforma a um projeto ou a uma especificação" (H.L.Gilmore, 1974).

"Qualidade é a conformidade do produto às suas especificações" ( P.B. Crosby, 1979).

### 5) Abordagem Centrada no Valor:

Nesta, define-se qualidade em termos de custos e preços. De acordo com esta abordagem, um produto de qualidade é aquele que oferece um melhor desempenho a um preço aceitável,

ou um alto grau de conformação a um custo aceitável. Como consequência, o produto pode ser vendido a um preço razoável que, no final, é o que interessa. Exemplos de definições:

"Qualidade é o melhor possível sob certas condições do consumidor. Estas condições são referentes ao uso real e ao preço de venda do produto" (A. V. Feigenbaum, 1961).

"Qualidade é o grau de excelência a um preço aceitável e o controle da variabilidade a um custo razoável" (R.A. Broh, 1974).

A falta de uma definição precisa de qualidade cria determinados conflitos dentro de uma fábrica pois, para o departamento de fabricação, qualidade significa conformação às especificações, para o marketing, entretanto, qualidade está relacionada com a abordagem baseada no usuário e no produto, ou seja, maior qualidade significa melhor desempenho, acréscimo de maior número de características, e assim por diante.

Dai, a necessidade e a importância de nas várias fases do processo produtivo, em diferentes aspectos de um mesmo produto e em situações diversas, utilizarem-se abordagens diversas para um mesmo conceito.

Portanto, não existe uma definição única para a qualidade, pois este é um conceito dinâmico e deve acompanhar o desenvolvimento do produto, desde a sua fase de projeto até sua colocação no mercado.

"A dificuldade em definir qualidade é a de traduzir as necessidades futuras do usuário em características mensuráveis, de forma que o produto possa ser projetado e transformado para oferecer satisfação a um preço que o cliente possa pagar. Isto não é fácil, e assim que alguém se sente razoavelmente bem sucedido

nesta tarefa, descobre que as necessidades do cliente mudaram, outros concorrentes entraram no mercado, surgiram novos materiais: alguns melhores que os antigos, outros piores, alguns mais baratos, outros mais apreciados" [Shewhart, Walter A. 1931].

### 6-3 Controle da Qualidade da Empresa

Todo processo produtivo inclui homens, máquinas, materiais, equipamentos, condições ambientais, dispositivos de fixação, velocidade, ajustes, temperatura, pressão, e assim por diante.

Todo este aparato tem um objetivo: produzir itens que estejam de acordo com as especificações do projeto. Entretanto, em todo o processo de fabricação, existe uma variabilidade, ou seja, não existe processo produtivo que produza produtos exatamente iguais. Isto se deve ao fato de o processo ser afetado por muitas variáveis.

As variações (diferenças entre os produtos) podem ser grandes, ou ser tão pequenas que são quase impossíveis de serem detectadas, mas sempre existem. Há várias razões para estas variações: desgaste da ferramenta, mancais desajustados, vibrações das máquinas, fixações malfeitas, matéria-prima de má-qualidade, falta de cuidado ou de treino dos operadores, mudanças climáticas, erros em medições, etc.

Como as variações são inevitáveis em qualquer processo de fabricação, a questão central é "o quanto estas variações serão permitidas, sem fugir dos padrões específicos?" A resposta a esta

questão nos leva ao significado de Controle de Qualidade (CQ).

A palavra controle tem sido entendida no ocidente e, em particular no Brasil, como inspeção, verificação e supervisão. Aqui, entretanto, vamos adotar o conceito da palavra controle significando administração/gerência.

Assim, todas as atividades de controle implicam em planejamento prévio para se definir o que deverá ser feito. Depois, comparar o planejado com o que foi realizado, detectando os desvios entre o planejado e o executado. A análise destes desvios pode indicar falhas de planejamento, e essa informação é utilizada para melhorá-lo. A FIGURA 15 mostra este esquema em detalhes.

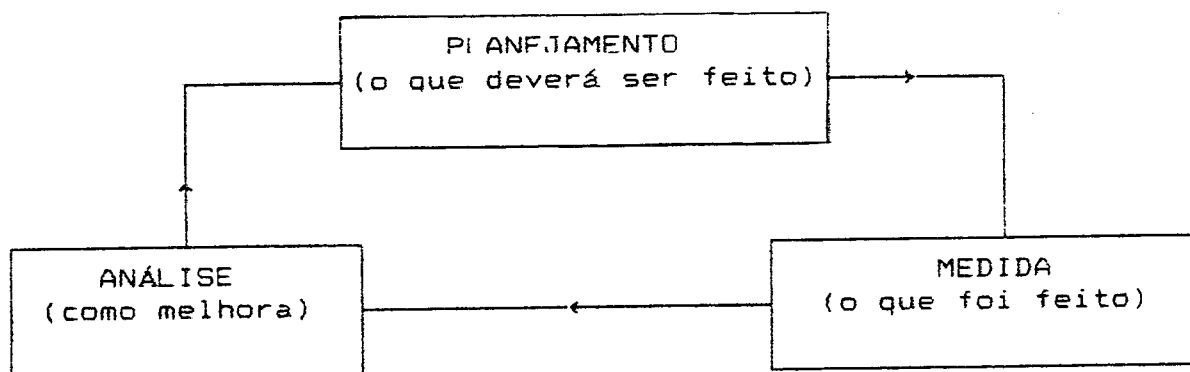


FIGURA 15: ESQUEMA DAS ATIVIDADES DE CONTROLE

**FONTE: PALMER, COLIN. CONTROLE TOTAL DE QUALIDADE: UMA ABORDAGEM ABRANGENTE, 1985.**

Se realizarmos um exame mais detalhado, vemos que é possível generalizar um roteiro para o planejamento da qualidade. Assim, devemos:

- Identificar quem são os clientes.
- Determinar as necessidades destes clientes.

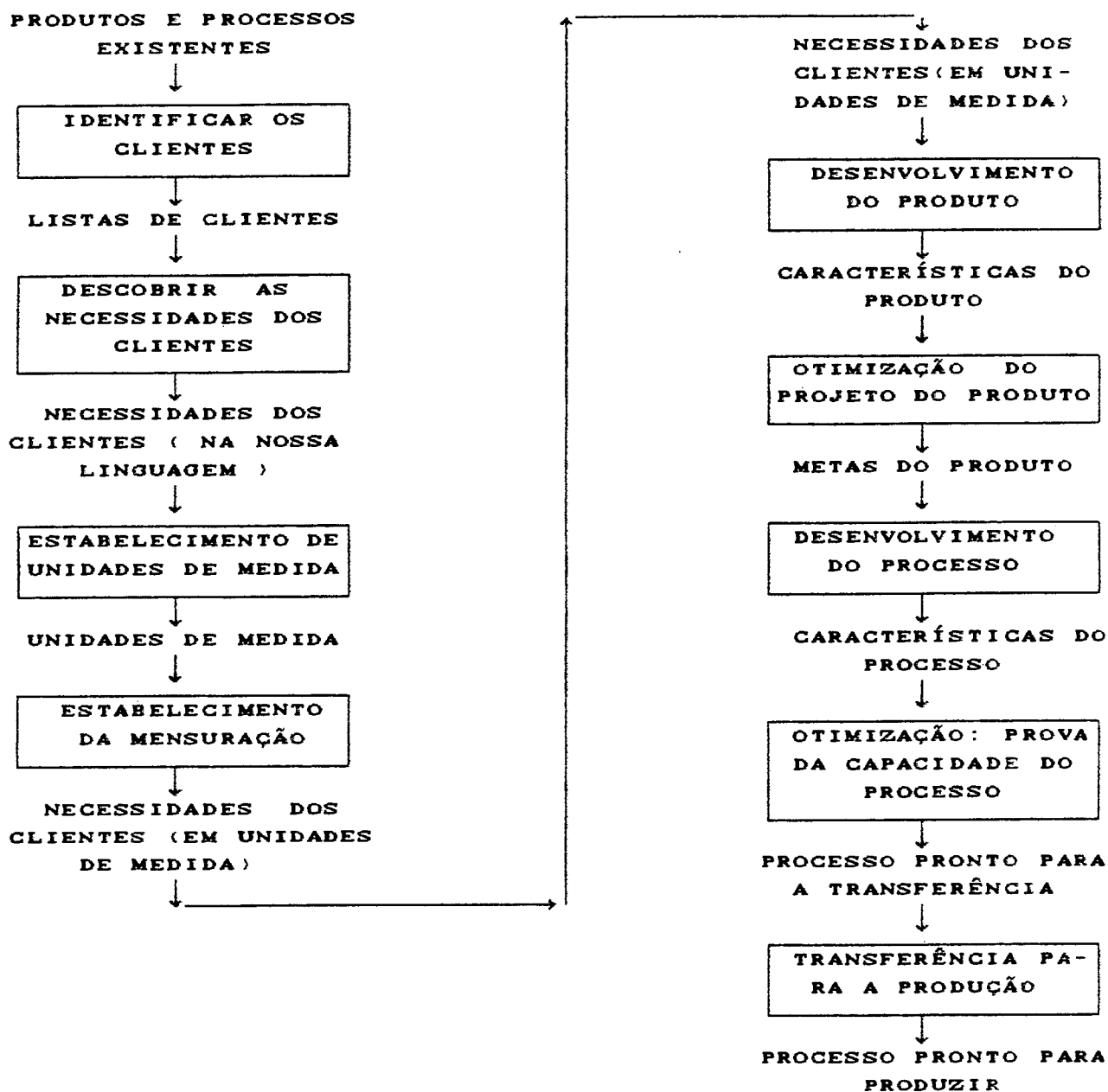


FIGURA 16: ROTEIRO PARA O PLANEJAMENTO DA QUALIDADE.

FONTE: JURAN, J. M. JURAN PLANEJANDO PARA A QUALIDADE, 1990.

- Traduzir estas necessidades à nossa linguagem.
- Desenvolver um produto que possa responder a essas necessidades.
- Otimizar as características do produto de modo a

atender tanto às nossas necessidades quanto às dos clientes.

- Desenvolver um processo que possa fabricar o produto.
- Otimizar o processo.
- Provar que o processo pode fabricar o produto em condições normais de operação.
- Transferir o processo aos meios de produção.

A FIGURA 16 é uma representação gráfica do roteiro de planejamento da qualidade.

#### 6.3.1 Evolução do CQ

Com o crescente aumento que as indústrias sofreram no decorrer do tempo, tornando-se mais complexas, houve a necessidade de melhor se organizar para a qualidade.

A FIGURA 17 mostra a evolução desse sistema.

Segundo Palmer [53], não havia distinção entre consumidor e produtor, pois o homem era tanto produtor, quanto consumidor do mesmo produto (FIGURA 17.1). Especificando-se suas habilidades, o homem notou que podia vender seus produtos a terceiros; produtor e consumidor tornaram-se assim distintos (FIGURA 17.2).

Com a Revolução Industrial no fim do século XVIII, as indústrias tornaram-se mais complexas, necessitando do intermediário ou comerciante e também de um tipo diferente de organização. Um só homem já não era capaz de controlar a qualidade, surgindo então a necessidade de diversificar as funções e, conseqüentemente, a organização (FIGURA 17.3).

Com o advento do sistema de produção seriado instituído



## Figuras 17: Organizacao do Sistema



FIGURA 17.1: O HOMEM PRIMITIVO ERA TANTO O PRODUTOR QUANTO O CONSUMIDOR.

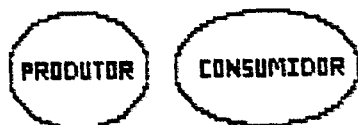


FIGURA 17.2: O PRODUTOR E O CONSUMIDOR SE-  
PARAM-SE.

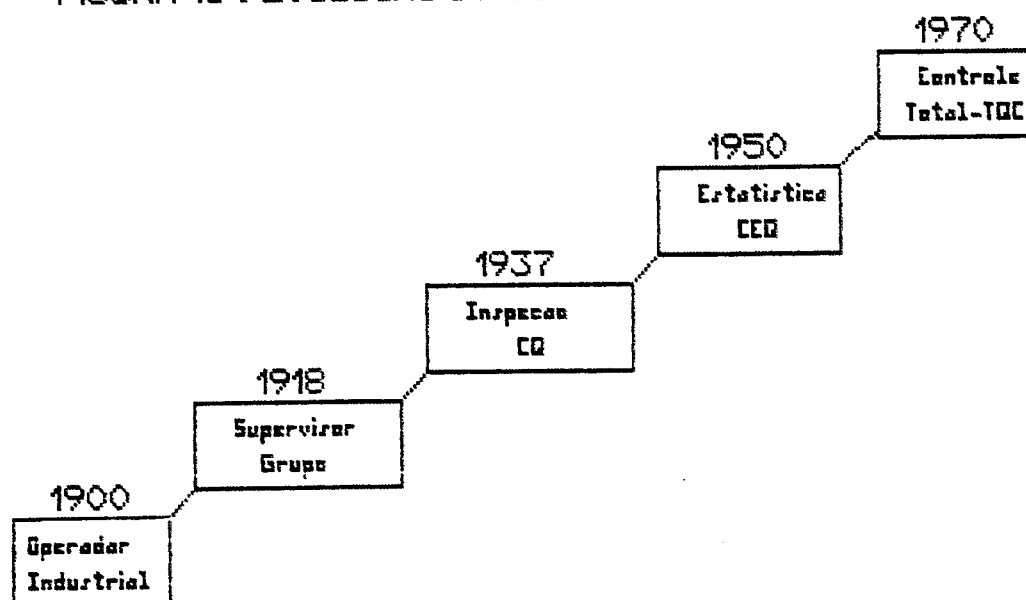


FIGURA 17.3: COM A REVOLUCAO IN-  
DUSTRIAL SURGE O  
INTERMEDIARIO.



FIGURA 17.4:  
SITUACAO ATUAL.

## FIGURA 18 : EVOLUCAO DO CONTROLE DA QUALIDADE



por Henry Ford, as indústrias tornaram-se mais complexas ainda do que eram, necessitando então basicamente de quatro áreas de controle (FIGURA 17.4).

Na FIGURA 18 apresentamos um breve histórico do desenvolvimento do controle de qualidade.

A partir de 1900 foi introduzida a "normalização" de produto, através do que se pode chamar de especificação de fabricação. Em 1922, Shewhart, da Bell Telephone Laboratories, estabeleceu o conceito de "tolerância de um lote", e em 1924 usou pela primeira vez o gráfico de controle de qualidade na fabricação de seus produtos. Em 1931, a Bell publicou o livro: "Economic Control Quality of Manufactured Products", que aborda algumas aplicações da estatística ao controle de qualidade.

As Forças Armadas Americanas tornaram-se, a partir da Segunda Guerra Mundial, grandes consumidoras, submetendo à inspeção por amostragem todas as suas compras, obrigando assim seus fornecedores a desenvolverem pesquisas na área de controle de qualidade.

Os atuais níveis de produção, o desenvolvimento da tecnologia de ensaios e dos métodos estatísticos, forçaram os dirigentes de empresas não somente a adotar o controle de qualidade, como ainda, apoiar a ampliação de pesquisas nessa área.

#### 6.3.2 Objetivos do CQ

Os principais objetivos do CQ são:

a) Avaliar e garantir a boa qualidade dos materiais recebidos, dos materiais em processo e dos produtos finais.

b) Julgar a conformidade do processo com os padrões estabelecidos e tomar as devidas providências quando o processo estiver fora destes padrões.

c) Melhorar a qualidade e a produtividade por meio do controle de processos e por experimentação.

d) Assegurar a simplicidade do sistema.

e) Desenvolver consciência da qualidade, tanto dentro como fora da organização.

f) Desenvolver procedimentos para se estabelecerem boas relações vendedor-comprador.

#### 6.3.3 Vantagens e Benefícios de um Programa CQ

Listamos abaixo alguns dos muitos benefícios que um programa de CQ pode trazer à empresa que o implantar.

1) Construção de um sistema de informação para melhoria da qualidade.

2) Aumento da produção sob condições ótimas de produção.

3) Redução de custo por unidade com a diminuição dos refugos.

4) Economia de materiais.

5) Redução dos gargalos de produção.

6) Avaliação científica das tolerâncias.

7) Redução na inspeção.

8) Manutenção da eficiência operacional.

9) Conscientização a respeito da qualidade.

10) Menor número de reclamações de consumidores.

11) Aumento da credibilidade da empresa.

#### 6-4 Círculos de Controle da Qualidade (CCQ)

A arrancada desenvolvimentista do Japão, que em menos de 40 anos projetou-o rumo à supremacia industrial, tem sido alvo de inúmeros estudos por parte dos ocidentais. Sabe-se, no entanto, que toda essa produtividade e competitividade resultam de um metódico trabalho de conscientização e valorização do operário japonês que, através de mecanismos como os CCQ, esforçam-se para elevar o padrão da empresa e, conseqüentemente, o prestígio do país.

##### 6.4.1 Definição de CCQ

Os CCQ's, também conhecidos como Reuniões de Aperfeiçoamentos em Pequenos Grupos ( APG's - nome dado pela Toyota) , Círculos de Controle, ou simplesmente Círculos de Qualidade, são pequenos grupos de 5 a 7 pessoas em média, de um mesmo setor ( sujeitos portanto aos mesmos problemas).

Eles se reúnem voluntária e regularmente por cerca de uma hora por semana, em horário (tempo) pago, comumente sob a liderança de um supervisor próprio para identificar, analisar e resolver os problemas de seu trabalho (defeitos, estrangulamentos, retardamentos, desarranjos, etc.), apresentando recomendações para a administração e, onde for possível, eles próprios implantam a solução.

O grupo não deve exceder 10 pessoas e a idéia central deve ser a de recriar o "espírito de equipe", permitindo a todos a

participação.

Na busca dessas soluções coletivas, os operários se sentem recompensados pelo reconhecimento do grupo, além do apoio que recebem da administração, manifestado não apenas na forma de diplomas e sessões de apresentação, mas também através de compensações financeiras.

A idéia central do CCQ é criar um estado de espírito entre os funcionários que vise o desenvolvimento das pessoas e não apenas um programa para modificar métodos ou sistemas organizacionais.

O CCQ teve início no Japão, seu nascimento resultou das idéias das muitas pesquisas empreendidas, a partir de 1949, pela JUSE no aprimoramento dos métodos estatísticos de controle. Mas, foi a partir de 1960 que os CCQ realmente surgiram.

O ano 1962 foi marcado por várias inovações tecnológicas, pela recessão econômica e por grandes conflitos sociais. Naquele ano (1962) criou-se uma revista (Gemba-to-QC), com o propósito de difundir o Controle de Qualidade para instrutores, com o intuito de que estes disseminassem os ensinamentos de Estatística e TQC entre os operários.

O objetivo principal era facilitar a educação e o treinamento em CQ e organizar, a nível de fábrica, um grupo de CCQ. O primeiro número aconselhava a formação dos CCQ através da farta propaganda. "Em maio de 1962 havia apenas um CCQ registrado na JUSE (Japanese Union of Scientists and Engineers), 10.000 em junho de 1967, 30.000 em julho de 1970, 60.000 em junho de 1974, 100.000 em junho de 1979 e, em 1982 havia 128.000 CCQ registrados, envolvendo 1,1 milhões de participantes" [13].

Estima-se, contudo, que hoje existam mais de 1,5 milhões de CCQ não registrados no Japão e cerca de 15 milhões de pessoas envolvidas.

Para se ter uma idéia da dimensão dos círculos, "um CCQ médio no Japão, produz de 50 a 60 sugestões implantadas, por trabalhador, por ano" [51]. Isto implica cerca de 400 milhões de sugestões anuais, visando solucionar problemas do processo de produção capitalista do Japão.

Atribui-se ao Dr. Kaoru Ishikawa a formalização do CCQ. Ele conseguiu combinar, com rara felicidade, as teorias de cientistas comportamentais como Maslow, Herzberg e Mc Gregor e as ciências de qualidade e controle estatístico introduzidas no Japão pelos Drs. Deming e Juran. O resultado foi o que ele chamou de CCQ. O objetivo do CCQ é a delegação de responsabilidade, não de autoridade. Como recorda Ishikawa em seus livros sobre o assunto, o tema inicial do CCQ repousa sobre 3 idéias básicas: (Veja [42]).

- Criar pequenos grupos de reflexão, reunindo dirigentes e empregados em torno de um painel de estatísticas aplicadas, intitulados CCQ's pela direção.

- Aplicar suas reflexões ao próprio setor, visando ampliar a eficiência e melhorar as condições de trabalho.

- Incentivar o desabrochar da personalidade de cada um no seu trabalho.

No CCQ, devemos utilizar a energia e a criatividade das pessoas situadas nos níveis hierárquicos mais baixos para ajudar na identificação e solução dos problemas relacionados com a qualidade. Aí são utilizadas técnicas estatísticas muito simples tais como os diagramas de dispersão (correlação e análise de

regressão), diagramas de Pareto, diagrama de Causa-efeitos ( ou diagrama dos 5M's), gráficos de controle, etc. ( abordaremos estas ferramentas mais adiante ) para descobrir e eliminar todas as possíveis fontes de problemas existentes.

"O Brasil foi um dos primeiros países do ocidente a iniciar os trabalhos de implantação do CCQ, sua implantação se deu por volta de 1972, na Unidade Operacional de Produtos Pessoais da Johnson & Johnson em São José dos Campos" [13].

Dez anos após, em 1982 é constituída a União Brasileira dos CCQ's (UBCCQ), sob a liderança das associações das classes. Nesse ano (1982) também foi constituída a Associação Paulista(SP) e a Associação Fluminense (RJ) de CCQ.

Segundo Claudius D'Artagnan Cunha Barros em seu artigo - "Círculos de Controle de Qualidade - Instrumento de Administração Participativa" publicado no Boletim ABCCQ (Associação Brasileira de CCQ) julho/dezembro 1985, "a possível explicação pela demora na introdução do CCQ's. em âmbito maior nas empresas brasileiras, talvez tenha sido o fato de que este é o primeiro conceito a ser introduzido na administração mundial, que não foi originalmente desenvolvido nos países industrializados da Europa e tão pouco nos Estados Unidos da América do Norte".

#### 6.4.2 Estrutura do CCQ

Os CCQs têm relação direta com a organização formal do posto de trabalho. Portanto, todos os funcionários precisam participar de algum CCQ, o qual geralmente é coordenado pelo supervisor. A FIGURA 19 mostra a estrutura de um CCQ.

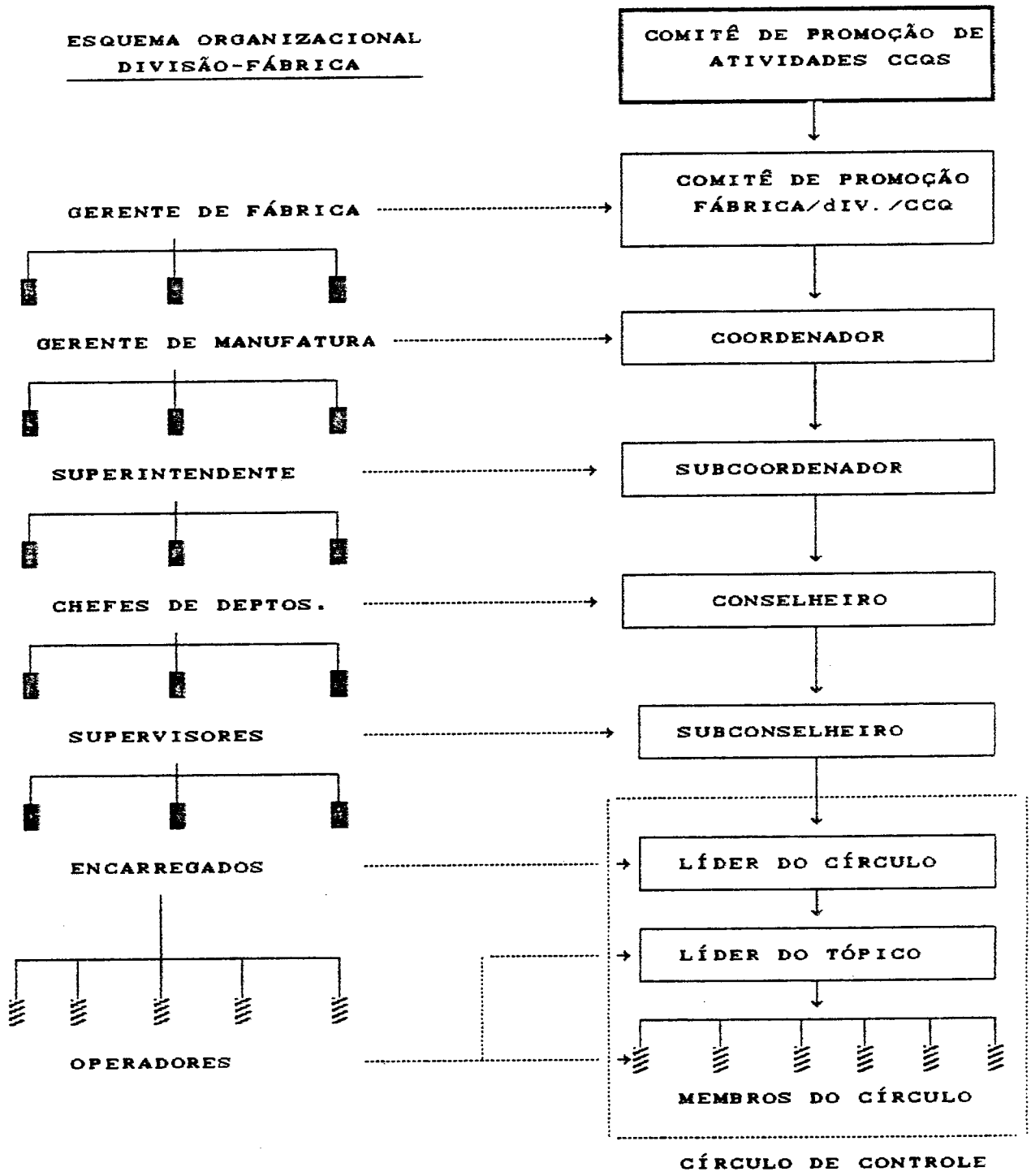


FIGURA 19: ESTRUTURA DE UM CCQ

FONTE: MONDEN, YASUHIRO. SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO, 1984.



#### 6.4.3 CCQs: Tópicos e Metas

Os tópicos selecionados para a resolução de problemas devem ser os mais abrangentes possíveis, destacando as questões de qualidade, manutenção, redução de custos, poluição ambiental, segurança, utilização de recursos alternativos, etc.

A **FIGURA 20**, mostra em detalhes como atuam os CCQs.

#### 6.4.4 Implantação do CCQ

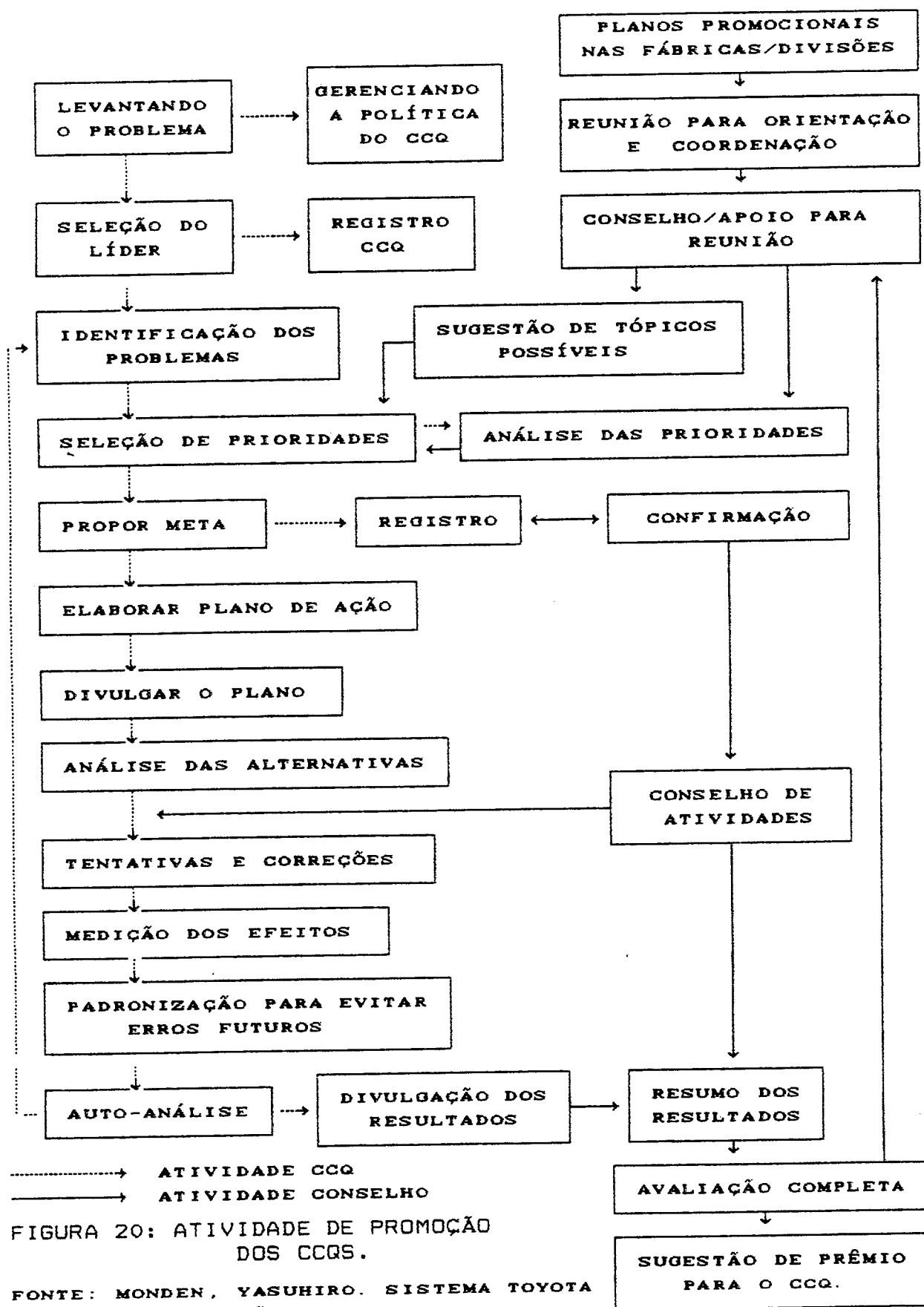
Quando da implantação do CCQ, surgem naturalmente perguntas como: Como e onde deve ser iniciado o programa? Quanto custará para ser implantado? Quanto tempo vai levar para ser implantado? Estas e muitas outras perguntas surgem naturalmente.

Assim, devemos antes de tudo fazer uma pesquisa e procurar relacionar casos de empresas bem sucedidas e estudar a fundo os motivos de sucesso. Em segundo lugar, é essencial assegurar o total apoio e comprometimento da alta administração antes de qualquer atividade. Somente então é que deve-se iniciar as discussões com os outros empregados.

Os custos para se iniciar um programa CCQ não são elevados, e "a cada unidade investida, há um retorno médio líquido de dez unidades e todo investimento feito pode ser pago em menos de um ano de atividades dos grupos" [43].

Relacionamos abaixo alguns itens de despesas mais importantes:

- 1) Salário do coordenador.



2) Gastos com alguma consultoria externa, treinamento, material didático e promocional.

3) Tempo gasto pela comissão que dirige o programa.

4) Ocupação de um certo espaço (salas de reunião) e de equipamentos (retroprojetores, vídeo-cassete, etc), além de insumos básicos necessários à infra-estrutura do programa.

5) Promoções, prêmios e visitas técnicas, etc.

Quanto ao tempo de implantação, varia muito de empresa para empresa, dependendo muito das circunstâncias. Em média, leva de 6 meses a um ano para se conseguir alguns resultados, a partir da data em que se tomou a decisão de implantar o programa.

#### 6-5 Controle Total de Qualidade (TQC)

Para se atingir o Sistema de Produção com Estoque Minimizado, além do JIT devemos fazer uso de um poderoso aliado no combate ao desperdício: o Controle Total de Qualidade.

"Um passo crucial para o sucesso de um programa JIT é a implantação da metodologia do TQC" [35].

A sigla TQC é mais utilizada dentro do Japão, sendo que no estrangeiro os japoneses preferem utilizar a sigla CWQC ("Company Wide Quality Control") ou em português, CQTE (Controle da Qualidade por toda a Empresa) para diferenciar do sistema TQC pregado pelo Dr. Armand Feigenbaum. (Veja [43]).

Quando operam em conjunto, enquanto o sistema JIT reduz estoques, eleva a produtividade e produz uma melhora na qualidade,



resultando em produtos cada vez mais baratos e melhores, o TQC acelera o ritmo da melhoria da qualidade.

A FIGURA 21 mostra (parte pontilhada) os fatores da FIGURA 04 que serão atingidos pela conjugação.

Com o trabalhador (auxiliado pelos dispositivos de conferência automática) controlando a qualidade, torna-se natural a rápida realimentação em relação aos defeitos, ou seja, o trabalhador sabe de imediato se a peça fabricada é ruim ou não, o que conduz à consciência mais acentuada dos problemas e de suas respectivas causas.

Segundo Schonberger [64], em resultado do TQC, há menos horas de mão-de-obra no retrabalho, menor desperdício de materiais, bem como melhor qualidade dos produtos acabados. Este último, por sua vez, não tinha sido citado anteriormente ( FIGURA 04), pois o JIT não eleva necessariamente a qualidade dos produtos ( uma fábrica operando com o sistema convencional pode produzir produtos com ótima qualidade, mas a custos mais elevados). O TQC, porém, com certeza eleva a qualidade dos produtos.

#### 6.5.1 Origens do TQC

Durante a Segunda Guerra Mundial, os Estados Unidos utilizando estatísticas desenvolveram métodos de controle de produção para sua indústria bélica, tornando-se assim um grande produtor de armas. Isto constituiu-se no milagre americano que os levou à vitória.

Terminada a guerra, o mundo tornou-se um verdadeiro

mercado consumidor, onde mesmo produtos com baixa qualidade tinham uma enorme procura. Isto fez com que os empresários americanos não se preocupassem com métodos (lições de guerra) que pudessem aumentar a qualidade de seus produtos, bem como a produtividade de suas empresas.

O Dr. Deming (renomado estatístico americano), um dos maiores responsáveis pelo "milagre" americano nos tempos da guerra, tentou inutilmente convencer a classe empresarial americana de que produzir com qualidade não significa obrigatoriamente um aumento de custos.

Seus conceitos e teorias, porém, não surtiram efeitos. Talvez pelo fato de o país inteiro estar na plenitude de seu vigor econômico, expandindo sua economia e até fornecendo auxílio para muitos outros países (Plano Marshall), enquanto o resto do mundo estava exausto pela guerra.

Dentre muitos países que receberam auxílio dos americanos estava o Japão, totalmente arrasado pela guerra, com sua economia em frangalhos. A questão central era a recuperação econômica, em termos de uma industrialização rápida, que permitisse ao povo japonês não apenas saldar suas dívidas, mas garantir a reprodução da força de trabalho e, em consequência, o acúmulo de capital.

Objetivando a conquista do mercado externo, o Japão, desde 1949, começou a dar mais ênfase ao Controle da Qualidade de seus produtos, que não tinham boa receptividade no mercado internacional.

Em 1949 foi criado o "Overseas Technical Research

Commtee", para dar mais atenção ao Controle da Qualidade. Outro passo decisivo do Japão rumo à qualidade se deu em 1950, quando a JUSE convidou o Dr. Deming para visitar o Japão e dirigir um seminário sobre Controle de Qualidade.

Era vital não repetir no Japão os erros praticados nos Estados Unidos, ou seja, deixar de envolver a alta gerência.

Assim, o assunto destes seminários era a responsabilidade da gerência em instituir a persistência de propósitos para melhorar o sistema em todos os estágios de produção, e para gerenciar o uso de tecnologia da qualidade em toda a empresa, pesquisa do consumidor, inovação e reprojetado do produto.

Nas suas conferências, o Dr. Deming insistiu muito sobre o esquema mostrado na FIGURA 22.

Segundo Mirshawaka [42], o Dr. Deming ensinou que seria necessário a gerência japonesa vigiar constantemente o desempenho do produto e que eles deveriam olhar para frente e planejar seus novos produtos e serviços. Deming advertiu-os de que, se isso fosse aplicado, o Japão tornar-se-ia em poucos anos um país respeitado no mercado mundial e que o padrão de vida no Japão se igualaria aos mais prósperos do mundo.

Alguns empresários japoneses resolveram aplicar os ensinamentos de Deming, obtendo resultados espantosos. Aumentaram seus ganhos em 30%, sem adquirir qualquer tipo de equipamento. Daí para frente, as indústrias japonesas dedicaram-se incansavelmente à aplicação de tudo o que Deming ensinara. A JUSE formou inclusive grupos de estudos sobre o assunto, nascendo assim o TQC.

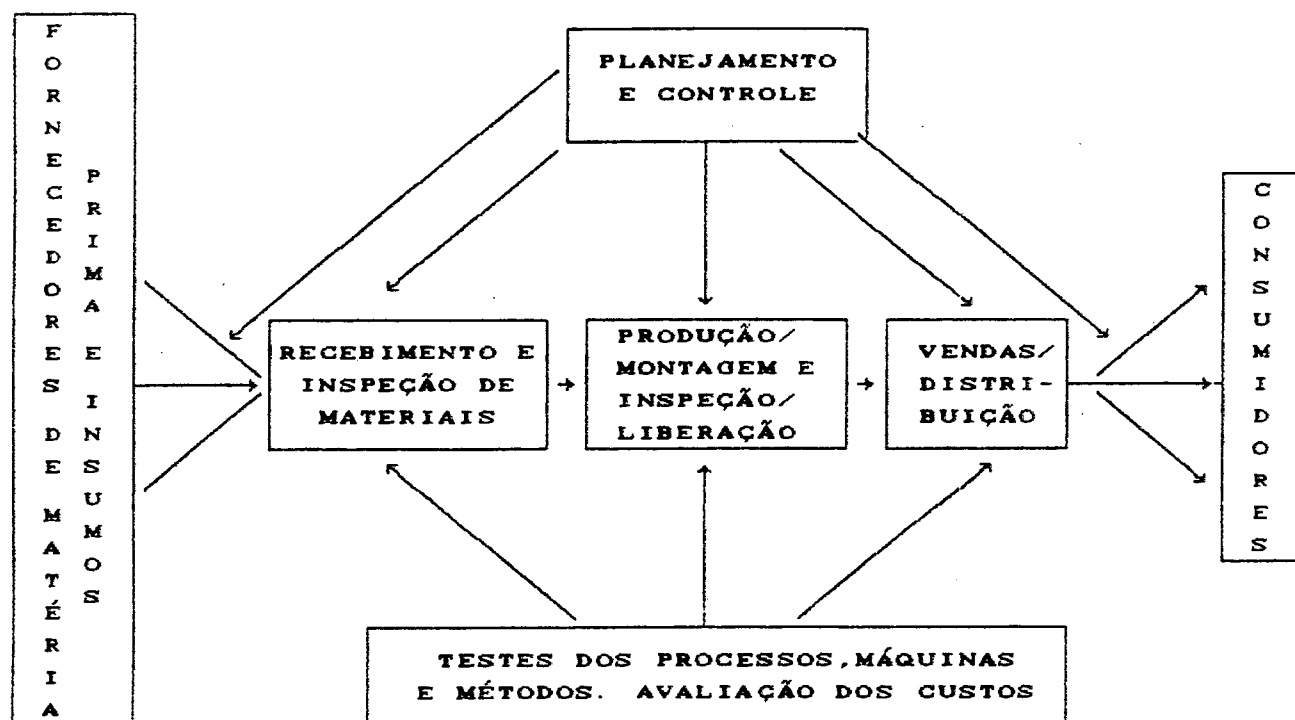


FIGURA 22: ESQUEMA PROPOSTO POR DEMING.

FONTE: MIRSHAWAKA, VICTOR. ESTRATÉGIA PARA QUALIDADE TOTAL, 1987.

A apresentação de Deming foi de tal forma marcante, que em junho do ano seguinte a JUSE criou um dos prêmios anuais de maior prestígio com seu nome, o Prêmio Deming ( "Deming Prize"), hoje a láurea mais cobiçada pela indústria japonesa.

Convém aqui ressaltar os 14 Pontos que Deming elaborou para serem aplicados em todas as empresas, grandes, médias ou pequenas, quer elas sejam de serviço ou indústrias manufatureiras. Os problemas na área de serviço são os mesmos encontrados na indústria.

Os quatorze Pontos de Deming são:

1 - Criar consistência e continuidade de propósitos,



definindo objetivos permanentes para o aperfeiçoamento do produto ou serviço com planos de se tornar competitivo e permanecer no mercado. O estabelecimento da constância de propósitos significa a aceitação de obrigações tais como:

a) Inovar e alocar recursos para o planejamento a longo prazo.

b) Alocar recursos para pesquisas.

c) Melhorar constantemente o projeto dos produtos.

d) Alocar recursos para manutenção de equipamentos, móveis, instalações, novos auxílios para a produção, para escritório e para a fábrica em geral.

2 - Adotar a nova filosofia. Estamos numa nova era tecnológica, não podemos mais aceitar os antigos níveis de atrasos, erros, defeitos, material inadequado para a sua função, pessoas desempenhando funções que não conhecem ou não dominam, métodos superados de treinamento no trabalho, aceitação de materiais defeituosos e de mão-de-obra de baixo nível.

3 - Eliminar a necessidade de depender da inspeção em massa, requerendo em seu lugar evidências estatísticas de que o nível de qualidade exigido é alcançado. Ao mesmo tempo, fazer com que os gerentes de compras modifiquem seus procedimentos na mesma direção.

4 - Reduzir o número de fornecedores, bem com eliminar a prática de contratar serviços ou materiais somente pelo menor preço. É fundamental considerar medidas adequadas de qualidade junto com o preço. "O preço não tem sentido sem uma medição da qualidade que se compra" [Schewhart, Walter A. - 1931]. Deve-se

evitar, com o tempo, fornecedores que não apresentam evidências sobre a qualidade dos seus produtos.

5 - Melhorar constantemente e sempre o sistema de produção e serviços: isto significa uma redução contínua do desperdício e uma constante melhoria da qualidade em todas as atividades: compra, transporte, engenharia, métodos, manutenção, vendas, contabilidade, assistência a clientes, etc.

6 - Instituir métodos modernos de treinamento no trabalho, usando métodos estatísticos para checar se o treinamento está completo. Caso não esteja é de muita utilidade que o mesmo seja prolongado até atingir esta condição.

7 - Implantar métodos modernos de supervisão: A supervisão faz parte do sistema e sua responsabilidade cabe à administração. Aliás, a função primordial de um supervisor é manter continuamente condições para que seus subordinados possam realizar um bom trabalho. Para tanto, é necessário que se eliminem as barreiras que impedem que o trabalhador faça seu trabalho com dignidade e sinta orgulho pela sua habilidade.

8 - Eliminar o medo entre os trabalhadores. Quase todos têm medo de fazer perguntas ou de tomar uma posição, provocando com isto um prejuízo econômico enorme. Sem medo, todos podem trabalhar efetivamente para a companhia, sem receio de expressar idéias, sem receio de fazer perguntas, sem receio de informar que um equipamento não está funcionando bem, que um certo material é inadequado, que um certo fornecedor é ruim, que existem problemas de iluminação, poluição, umidade, etc.

9 - Eliminar as barreiras entre os departamentos. O pessoal das áreas de material, pesquisa, projeto, vendas e

produção precisam trabalhar em conjunto, não em competição. Assim, problemas encontrados com os diferentes materiais e especificações podem ser eliminados em equipe, durante a produção e a montagem.

10 - Eliminar objetivos numéricos. Cartazes, slogans, pôsteres, metas ou frases de efeito, exigindo do pessoal aumentar os níveis de produtividade sem, contudo, fornecer mecanismos apropriados para alcançar esses objetivos. Metas são necessárias para todos, porém metas numéricas estabelecidas por outras pessoas, sem oferecer um roteiro para chegar às mesmas, têm efeitos contrários aos desejados.

11 - Utilizar métodos estatísticos para ter continuamente a melhoria da qualidade e da produtividade, bem como eliminar normas que estabelecem níveis numéricos de produção.

12 - Estabelecer condições para que todos os trabalhadores possam exercer suas funções com dignidade e, principalmente, tenham orgulho do que fazem.

13 - Instituir um vigoroso programa de educação e treinamento para que as pessoas estejam atualizadas no que se refere ao desenvolvimento de novos materiais, métodos e tecnologias. A educação e o treinamento permitirão adaptar as pessoas aos novos cargos (funções) e às novas responsabilidades pois, com o aumento da produtividade menos pessoas serão necessárias em um determinado setor e poderão ser remanejadas.

14 - Definir claramente o comprometimento da Alta Administração com a qualidade e a produtividade, ou seja, criar uma estrutura na diretoria que irá aplicar no dia-a-dia da empresa os 13 pontos descritos.

Os objetivos destes 14 pontos são claros: Promover o contínuo aperfeiçoamento do processo produtivo, evitando que este estacione no tempo, pois só assim a empresa continuará operando no futuro. A FIGURA 23 ilustra esta situação com mais detalhes:

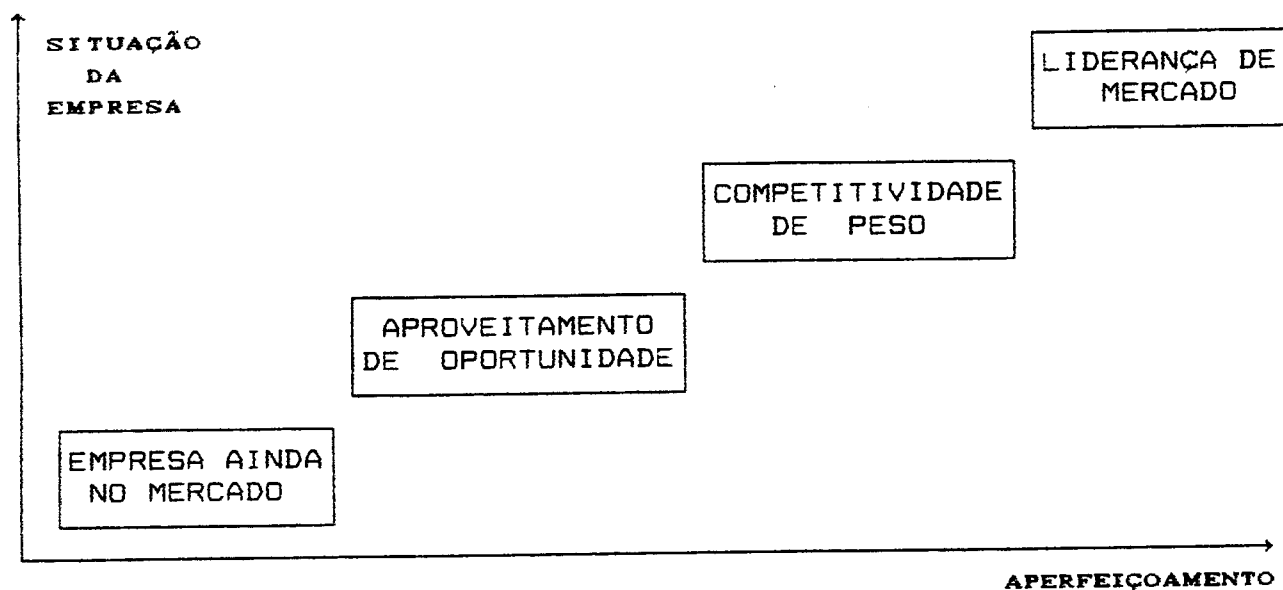


FIGURA 23: CONTÍNUO APERFEIÇOAMENTO DO PROCESSO

Segundo o Dr. Deming, obter lucro é necessário para a sobrevivência de uma empresa, porém, isto não pode ser de forma alguma o propósito principal a ser atingido. O propósito principal é oferecer sempre o melhor e o mais barato sistema de serviço para seus clientes e o de garantir o emprego de seus funcionários. Considera que gerente e operários têm uma divisão natural de trabalho, onde ambos são responsáveis pelo trabalho feito dentro do sistema e pela sua melhoria.

A idéia básica dele é a seguinte: se a administração é responsável pela melhoria de algo complicado como a

compatibilização de máquinas e pessoas, os gerentes precisam ter uma forma de aprender a diferenciar quais os problemas causados pelo sistema e quais os causados pelos empregados.

Segundo o Dr. Juran [37] "a maior parte dos sistemas, 80 a 85% dos problemas são com o sistema em si e apenas 15 a 20% são pertinentes aos empregados".

#### 6.5.2 Definição de TQC

Vejamos a definição de TQC sob o ponto de vista de alguns autores:

"Controle Total de Qualidade é um sistema efetivo para integrar os esforços de desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade de vários grupos na organização, resultando em produção e serviços os mais econômicos possíveis e proporcionando a completa satisfação dos consumidores" [53].

"TQC é um sistema voltado para propiciar satisfação ao consumidor, gerando os produtos ou serviços através de um sistema organizado de forma econômica e de assistência ao usuário, estruturando-se de modo que todos os empregados da organização possam participar e contribuir para o esforço de desenvolvimento, manutenção e melhoria da qualidade de forma global" [42].

"O TQC é baseado em elementos de várias fontes e emprega o método cartesiano, aproveita muito do trabalho de Taylor, utiliza o Controle Estatístico de Processo, cujos fundamentos foram lançados por Shewhart, adota os conceitos sobre o comportamento humano lançados por Maslow, e aproveita todo o conhecimento ocidental sobre qualidade, principalmente os

trabalhos de Deming e Juran" [10].

A idéia básica do TQC é qualidade na fonte, ou seja, quem produz é responsável pela qualidade e os erros, se os houver, devem ser detectados e eliminados na fonte, isto é, no ponto em que se faz o trabalho.

Com esta nova concepção, muitas das antigas regras de fiscalização através de amostras estatísticas, após todo o lote já estar produzido, ficaram ultrapassadas. Na realidade, deve-se eliminar de vez os lotes, de forma a não haver mais lotes dos quais retirar amostras, nem a possibilidade de certa porcentagem de peças defeituosas por lote.

Se nossas indústrias desejam elevar a qualidade de seus produtos de forma a poder concorrer com os produtores internacionais (principalmente os japoneses), o primeiro passo deverá ser transferir a responsabilidade pela qualidade ao departamento produtor e retirá-la do departamento de controle de qualidade.

O simples ato de redistribuir a responsabilidade relativa à qualidade, fazendo-a recair sobre o departamento de produção, será suficiente para produzir alguns resultados, que se traduzirão na elevação do nível de qualidade dos produtos. Evidentemente, distribuir as responsabilidades a quem é devido, por si só não elevará a qualidade. Este seria só o primeiro passo a ser dado por qualquer empresa interessada em melhorar a qualidade de seus produtos. Um segundo passo, também muito importante, seria aperfeiçoar as técnicas de controle.

### 6.5.3 Pontos Primordiais do TQC

Vejamos agora os 6 pontos primordiais na implantação do TQC.

1 - Controle da Qualidade por toda a empresa, junto com o lema: Todos pensam - Todos participam.

2 - Educação e treinamento fortemente voltados para a qualidade. As ações de treinamento podem ser subdivididas em:

a) Educação estratificada, atingindo simultaneamente vários níveis.

b) Educação em controle de qualidade a longo prazo, desenvolvendo programas específicos e estratégicos.

c) Treinamento permanente, pois acredita-se que: "quem acha que sabe tudo, certamente parou de aprender".

3 - Atividades de CCQ.

4 - Participação do próprio presidente. Uma das grandes dificuldades na implantação de um programa de qualidade e produtividade como o TQC é a "falta de tempo" do gerente.

5 - Uso seguro de técnicas estatísticas. Com o treinamento feito, os funcionários podem, com razoável tranquilidade, transformar suas idéias em modelos matemáticos e manipular ferramentas estatísticas.

6 - Desenvolver as atividades de controle de qualidade.

### 6.5.4 Estrutura do TQC

Podemos estruturar o TQC para melhor compreensão de suas atividades. Sob estes aspectos, o TQC começa com o projeto do

produto, continua através do planejamento da produção, gerenciamento de vendas, controle de material encomendado, controle de processo, controle de produtos acabados e, finalmente, com os serviços aos clientes.

Em cada estágio o controle das atividades poderá afetar a qualidade do produto. Assim, este controle deve ser cuidadoso, utilizando para isto as ferramentas adequadas.

Qualquer problema que ocorrer deverá ser rapidamente coletado, registrado, analisado e fornecido o respectivo feedback ao estágio anterior para possível correção.

#### 6.5.5 Iniciando a Implantação do TQC

Convém lembrar que, quando se inicia a implantação do TQC em uma empresa, muitas dificuldades aparecem. Entre estas dificuldades citamos:

- a) A passividade, principalmente da chefia.
- b) Os maravilhados, ou seja, aqueles para os quais não existem problemas e que permanecem acomodados.
- c) Os egocêntricos, ou seja, aqueles que acham que em torno deles tudo funciona bem.
- d) Os que não ouvem ninguém.
- e) Os que pensam somente em si.
- f) Os que impõem um autoritarismo feudal.
- g) Os que são fortemente despreparados e exibem evidentes sentimentos de ciúmes ou inveja.
- h) Os que têm falta de conhecimento do mundo externo e preferem ficar assim.



i) Os que criam seccionalismos.

"O impulso de modificar e de inovar não conduz efetivamente à consolidação de uma alteração perene. É necessário um meio que possibilite administrar a modificação ou a transformação até que se alcance um novo processo de trabalho. O caminho que se percorre geralmente é bem íngreme e tortuoso. Começa com a oposição que se encontra nos hábitos adquiridos ao longo de muitos anos de prática. Já dizia Machiavelli" [43]:

"Nada é mais difícil de assumir, mais complexo para conduzir, do que tomar a iniciativa na introdução de uma nova ordem de coisas, pois a inovação tem como inimigos todos os que se saíram bem sob as antigas condições e têm defensores tépidos nos que talvez possam se sair bem sob as novas".

## 6-6 Controle Estatístico de Processo (CEP)

Veremos nesta seção as principais características do Controle Estatístico de Processo:

### 6.6.1 Sistema de Controle de Processo

Um sistema de controle de processo pode ser descrito como um sistema de realimentação. Dentro desse sistema, quatro elementos são importantes:

#### 1 - Processo:

Entende-se por processo, a combinação total de Mão-de-Obra, Máquinas, Materiais, Métodos e Meio Ambiente ( os 5 M's),

cuja atuação conjunta produz os resultados desejados. O desempenho geral do processo depende da forma segundo a qual este foi idealizado, executado e operado.

## 2 - Informação sobre o desempenho:

Muitas informações sobre o desempenho real do processo podem ser obtidas analisando-se o resultado do mesmo. Num sentido mais amplo, o resultado do processo inclui não só o produto final, mas também os produtos intermediários que descrevem o estado operacional do processo, itens tais como temperatura, tempo de ciclo, etc.

## 3 - Ação no Processo:

A ação no processo é orientada para o futuro, uma vez que é realizada quando torna-se necessária uma ação preventiva a fim de evitar a produção de produtos fora das especificações. Esta ação pode consistir de mudanças nas operações ou nos elementos básicos do processo.

## 4 - Ação do Resultado:

Esta ação é orientada para o passado, via retroalimentação, já que envolve a detecção, após a produção, caso os resultados não estejam de acordo com as especificações pré-estabelecidas.

Esquematicamente teríamos:

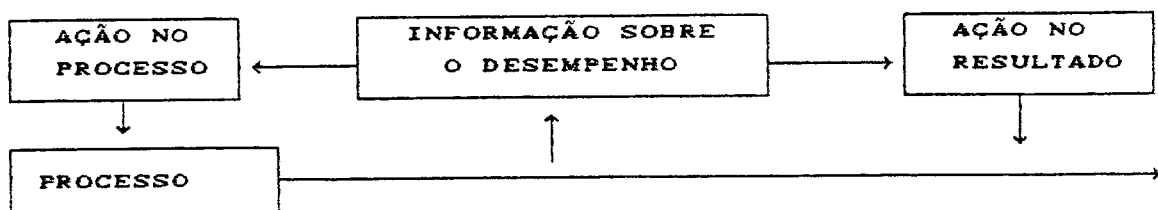


FIGURA 24: SISTEMA DE CONTROLE DE PROCESSO

FONTE: CERTI INFORMÁTICA, JUNHO 1982.

### 6.6.2 Definição de CEP

Para se efetuar o controle de qualidade com eficiência, utilizaremos os recursos do Controle Estatístico de Processo (CEP), que podemos definir como sendo: "Um método preventivo de se comparar continuamente os resultados de um processo com um padrão, identificando, a partir de dados estatísticos, as tendências para variações significativas, e eliminando ou controlando estas variações, com o objetivo de reduzi-las cada vez mais" [48.a].

### 6.6.3 Variações no Processo

É comum olharmos ao nosso redor e vemos as coisas com uma certa igualdade. Porém esta semelhança está em todas as coisas que fazem parte do universo. Existe um grau comparativo entre tudo o que vemos, ouvimos e sentimos. A divergência se localiza em alguns pontos e nenhum é precisamente igual ao outro.

Se considerarmos a natureza como exemplo, vemos que entre elementos de uma mesma espécie há muita semelhança, porém nunca são absolutamente iguais. Em um processo produtivo, apesar do constante aperfeiçoamento dos equipamentos e métodos de trabalho, não se pode evitar a ocorrência de uma série de diferenças, ou seja, o processo não consegue fabricar dois produtos que sejam exatamente iguais. Estas diferenças são denominadas de variação. Variações podem ser observadas em todos os processos.

Para se controlar de forma efetiva um processo de fabricação, a variação total deve ser determinada retroativamente

até suas origens. A primeira coisa a se fazer dentro do processo é estabelecer uma distinção clara entre as causas comuns (variações naturais) e as especiais (não-naturais).

a) Causas Comuns:

São fontes de variações inerentes a um processo que se encontra sob controle estatístico, as quais são difíceis de identificar, porém juntas criam um sistema constante de variação. Não existe maneira de controlar as variações naturais, a menos que se altere o processo todo.

b) Causas Especiais:

São fontes relativamente grandes de variações, as quais são facilmente identificáveis e ocorrem fora do sistema constante de variação. A menos que todas as causas especiais de variação sejam identificadas e eliminadas, continuarão a afetar, de forma imprevisível, o resultado do processo.

Assim, dizemos que um processo está operando sob controle estatístico, ou sob controle, quando a única fonte de variação consiste de causas comuns. Mas, um estado de controle estatístico não é uma condição natural para um processo de fabricação. É sim, uma condição obtida através de eliminação, por meio de esforços, das causas especiais.

6.6.4 Capacidade do Processo

A capacidade do processo é determinada através da variação total proveniente de causas comuns - a variação mínima capaz de ser obtida após a eliminação de todas as causas especiais.

A capacidade do processo é medida usualmente pela percentagem de resultados dentro da tolerância da especificação do produto.

Em resumo, o processo deve primeiramente ser colocado sob controle estatístico, de forma que seu desempenho possa ser previsível. Daí, então, sua capacidade no atendimento às especificações poderá ser alcançada.

#### 6.6.5 Instrumentos do CEP

O CEP dispõe de algumas ferramentas (técnicas estatísticas) ou instrumentos básicos que nos auxiliam no manuseio e análise dos dados, com o objetivo final de identificar corretamente os problemas, e propor soluções definitivas. São elas:

- Histogramas.
- Curva de Distribuição Normal.
- Estimadores Estatísticos (Média, Amplitude, Desvio-Padrão).
- Cartas de Controle.
- Gráfico de Pareto.
- Diagrama de Causa-Efeito.

Acreditando que seja desnecessário tecer comentários sobre as três primeiras ferramentas, focalizaremos nossa atenção sobre as três últimas, como segue:

#### 6.6.6 Cartas de Controle

As cartas de controle ou gráficos de controle surgiram na década de 20. Foi o Dr. Walter Shewhart, dos laboratórios Bell, quem estabeleceu a distinção entre variação controlada e variação não-controlada devidas, respectivamente, às causas comuns e às especiais. Ele desenvolveu um instrumento simples, porém eficaz para fazer a separação das duas: a Carta de Controle.

Desde então, as cartas de controle têm sido utilizadas com sucesso em várias situações que envolvem controle de processo, tanto nos Estados Unidos como em vários outros países, principalmente no Japão.

Podemos então dizer que as cartas de controle são instrumentos que mostram a evolução do nível de operação do processo e sua variação ao longo do tempo.

Quando as cartas de controle foram colocadas em prática, constatou-se que um processo pode ser descrito em função de duas características fundamentais: sua centralização e sua dispersão. A centralização pode ser verificada calculando-se a média e a dispersão através do desvio-padrão.

Existem dois grandes grupos de cartas de controle:

- 1) Cartas de controle para variáveis.
- 2) Cartas de controle para atributos.

Independente do tipo de carta utilizada, elas sempre têm como finalidade maior o conhecimento e o controle do processo. Pode-se dizer que as cartas de controle têm como função principal:

- Indicar a presença de causas não inerentes ao processo, permitindo assim uma ação corretiva para colocar o

processo sob controle estatístico.

- Apontar se o processo está ou não sob controle, possibilitando com isto uma avaliação significativa de sua capacidade.

As regras gerais para a elaboração e análise das cartas de controle são:

#### 1- Coleta dos Dados:

Os dados são coletados e convertidos de tal forma que se permita sua projeção numa carta. Estes dados podem ser por exemplo a quantidade (percentagem) de peças fora das especificações, o número de imperfeições existentes em um eixo usinado, etc.

#### 2- Cálculo dos Limites de Controle:

Os limites de controle experimentais são calculados com base nos dados coletados e através da aplicação direta de fórmulas e tabelas estatísticas. Representam a variabilidade de um período para outro, caso haja apenas a variação proveniente de causas aleatórias. Eles são colocados na carta de controle para ajudar-nos a decidir quando tomar uma decisão (ação) e também quando ajustar o processo. Estes limites são reflexos da própria variabilidade natural do processo e não objetivos ou limites especificados.

#### 3- Interpretação do Controle de Processo:

Após a coleta dos dados e cálculo dos limites de controle, efetuamos a comparação destes dados com os limites para verificar e constatar se a variação é estável e apenas originada por causas comuns. Se existirem variações não-naturais, examina-se a operação a fim de determinar qual é o problema que afeta o

processo. Após a correção das falhas locais, o processo continua seu funcionamento normal, novos dados são coletados, os limites de controle ajustados, caso necessário, e quaisquer causas especiais que venham a ocorrer deverão ser examinadas e corrigidas.

#### 4- Interpretação da Capacidade do Processo:

Após corrigidas todas as causas especiais, o processo estará sob controle. Pode-se então determinar a capacidade do processo. Caso as variações aleatórias sejam muito grandes, convém tomar medidas para garantir que as peças fabricadas estejam dentro das especificações. Se estas mudanças não forem economicamente viáveis, devem-se estabelecer novas especificações.

#### 5- Interpretação da Aceitabilidade de Peças:

Após utilizarmos as cartas de controle para obter e aperfeiçoar o controle e a capacidade do processo, podemos utilizar estas mesmas informações para determinar se há necessidade ou não de ações corretivas sobre as peças recém-processadas, ou seja, decidir se utilizamos o lote tal como está, ou se devemos selecionar, classificar, retrabalhar ou refutar este lote.

Estando o processo sob controle, o seu desempenho pode ser ainda melhorado reduzindo-se sua variação. Os efeitos, mesmo decorrentes de modificações sutis, são notados nos gráficos. As melhorias no processo são:

- Aumentar a porcentagem de produtos que atendem os padrões ou especificações (melhorar a qualidade).
- Diminuir o refugo e o retrabalho (reduzir o custo unitário).
- Aumentar ao longo do processo a quantidade de peças



aceitáveis (aumentar a produtividade).

- Fornecer uma linguagem comum entre linha de produção, manutenção, controle de produção, engenharia de processo, controle de qualidade e ainda fornecedores da empresa e a própria empresa.

- Separar variações causais das inerentes.

Quando surge uma situação de um ponto fora de controle, (FIGURA 25), deve-se procurar algo no processo que tenha causado o problema. Quanto antes se detectar o problema, mais fácil será encontrar e eliminar suas causas. Vejamos algumas interpretações de gráficos de controle.

1) Pontos do mesmo lado da média (FIGURA 26), (7 pontos consecutivos, 10 em 11, 12 em 14) caracterizam desvio do processo e devem ser centrados antes de prosseguir.

2) Sequências crescentes ou decrescentes (FIGURA 27). Deve-se procurar causas como: ferramentas gasta ou fadiga do operador.

3) Pontos próximos dos limites (FIGURA 28) (2 em 5 pontos consecutivos) indicam mudanças no processo ou variabilidade causal.

4) Aproximação da linha central (FIGURA 29). Redução das variações aleatórias devida a melhoria estável no processo, Novos limites devem ser determinados.

5) Ciclos (FIGURA 30). Quando um gráfico apresenta periodicamente seqüências acima e seqüências abaixo da média, deve-se procurar causas de natureza periódica como início do ajuste, rotação de operadores, período de aquecimento, etc.

6) Saltos em nível (FIGURA 31). Uma mudança brusca no

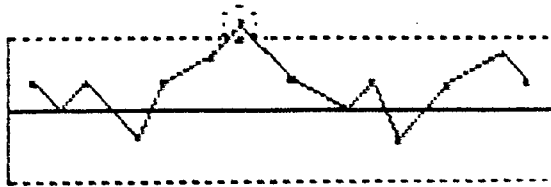


FIGURA 25: Sistema fora de Controle.

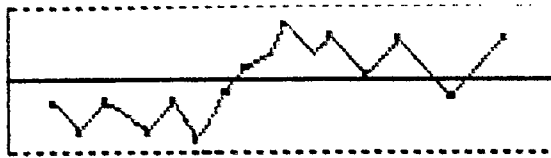


FIGURA 26: Pontos do mesmo lado da linha central (media).

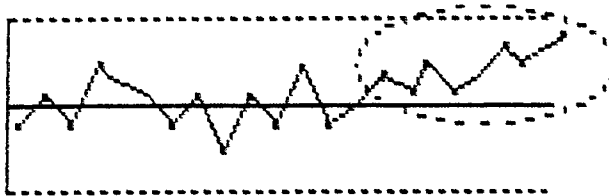


FIGURA 27: Sequencia crescente ou decrescente.

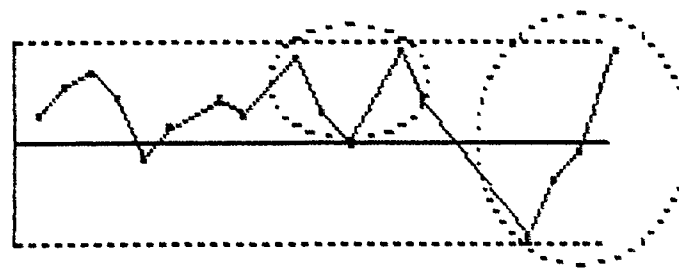


FIGURA 28: Pontos proximos dos limites.

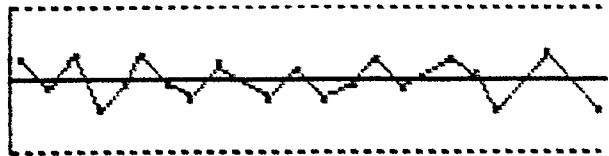


FIGURA 29: Aproximacao da linha central.

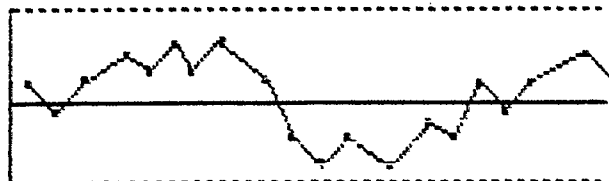


FIGURA 30: Ciclos.

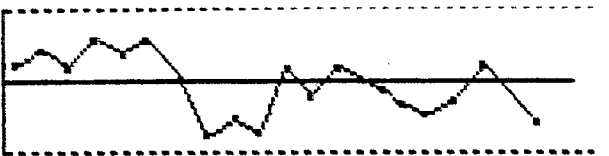


FIGURA 31: Saltos em nivel.

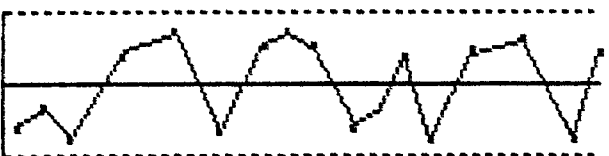


FIGURA 32: Duas populacoes.

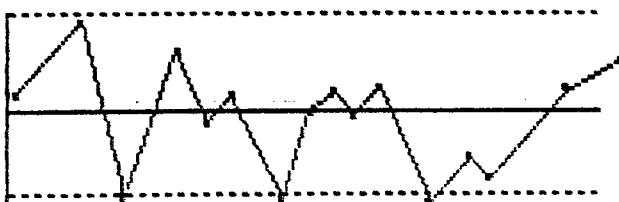


FIGURA 33: Pontos fora de um dos limites.

nível indica mudanças bruscas no processo. Deve-se procurar causas como novo operador, novo ajuste, mudança de material, etc.

7) Duas populações ( FIGURA 32). Se existirem poucos pontos próximos da linha central, provavelmente estarão existindo 2 populações. É necessário separar os dados como em 2 máquinas, 2 fornecedores, 2 operadores, etc.

8) Pontos fora de um dos limites (FIGURA 33). Quando diversos pontos começam a cair fora de um dos limites sem aparente tendência, salto ou ciclo, existem provavelmente duas populações diferentes. Procurar causas como algumas peças de fornecedores diferentes, operador substituto, etc.

#### 6.6.7 Diagrama de Pareto

Vilfredo Pareto foi um economista italiano que verificou que, no século XIX, a distribuição de riqueza na Itália era de tal forma que os principais capitalistas possuíam a maioria da riqueza de toda a nação. Mais tarde, outras escolas observaram que o conceito de principais capitalistas vs. cidadãos comuns se aplicava a todo o tipo de situação. Assim, o gráfico de Pareto, também conhecido como diagrama (ou carta) de Pareto, consiste de um histograma que apresenta o percentual de ocorrência de cada um dos defeitos detectados na empresa num intervalo de tempo.

O diagrama de Pareto basicamente indica o que é importante e o que não é. Ele pode ser utilizado como guia para o estabelecimento de prioridades e mostrar áreas onde maiores esforços devem ser feitos. A frase:

"Os poucos vitais e os muitos triviais" é freqüentemente

chamada de "Princípio de Pareto".

As fases envolvidas na elaboração da carta de Pareto são (FIGURA 34):

- Fase 1: Obter uma amostra e categorizar os defeitos.
- Fase 2: Somar os defeitos obtendo um total, que indicará, qual será a altura da carta de Pareto, permitindo determinar uma escala apropriada para a carta.
- Fase 3: Desenhar as colunas, iniciando com a maior e em sequência decrescente, identificando cada coluna.

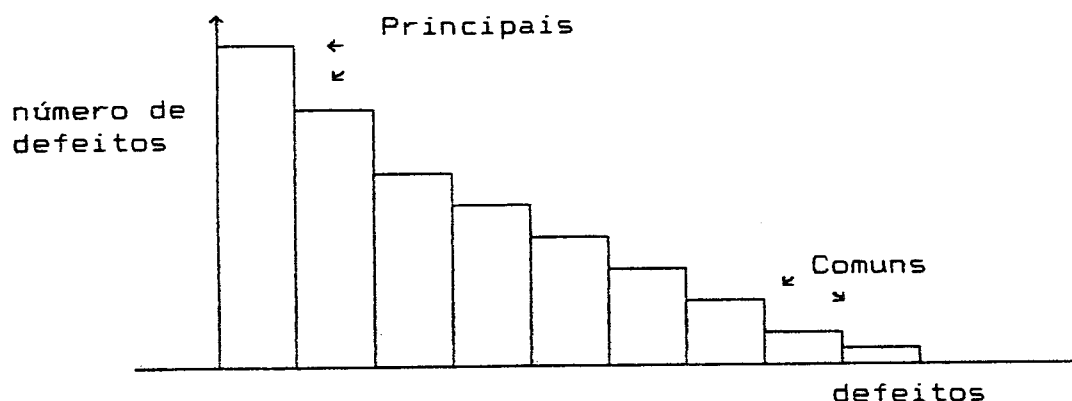


FIGURA 34: DIAGRAMA DE PARETO.

FONTE: MOURA, REINALDO. CEP - CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO, 1989.

Podemos utilizar as cartas de Pareto em conjunto com as cartas de controle de atributos, para obtermos uma melhor compreensão sobre os defeitos, ou seja, as cartas de Pareto podem ser utilizadas para identificar as causas principais que provocam processos fora de controle.

Existem diversas utilidades para as cartas de Pareto. Por exemplo: o tempo perdido em acidentes pessoais, o registro

detalhado de uma manutenção, a eficiência de vendas, podem ser mostrados em uma carta de Pareto. Resumindo, qualquer sistema de categorias pode ser mostrado em um diagrama de Pareto.

#### 6.6.8 Gráfico de Pareto em Função do Lucro

Vimos que o gráfico de Pareto indica quais problemas (mais freqüentes) devem ser "atacados" primeiro, supondo-se que a freqüência com que eles ocorrem seja a única variável a ser considerada.

Analisando, entretanto, em termos financeiros o problema mais "urgente" a ser eliminado será aquele cuja eliminação traga o maior lucro à empresa. Assim teremos, que resolver o seguinte problema:

Determine  $L^*$  tal que:

$$L^* = \text{MAX} \{ L_i(x) \}$$

$$i \in I$$

s.a.

$$x \in X \subset \mathbb{R}^n$$

onde:

$L_i(x)$  = Lucro total que a solução do  $i$ -ésimo problema trará à empresa, se ele tiver ocorrido  $n_i$  vezes, sendo:

$$L_i(x) = n_i p_i(x) - S_i(x)$$

com

$p_i(x)$  = Custo que cada ocorrência do  $i$ -ésimo problema traz à empresa,

$n_i$  = número de vezes que o  $i$ -ésimo problema ocorre no

intervalo de tempo considerado,

$S_i(x)$  = Custo que a solução do problema traz à empresa, se essa solução for implantada numa só vez,

$I$  = Número de problemas diferentes detectados no intervalo de tempo considerado,

$x$  = Vetor que contém as  $n$  variáveis das quais dependem  $p_i$  e  $S_i$ ,

$X$  = Subconjuntos do  $\mathbb{R}^n$  que limita inferior e superiormente o domínio viável de cada variável.

#### 6.6.9 Gráfico de Pareto em Função do Lucro e do Custo Máximos

Este tipo de gráfico é semelhante ao anterior, porém acrescido de uma restrição quanto ao custo, para a empresa, de cada uma das soluções a serem implantadas. Assim, suponhamos que a disponibilidade de capital da empresa para investimentos, seja limitada por  $C$ . Ainda que a eliminação de um problema traga grande lucro à empresa, esta não poderá fazê-lo se o investimento exigido para tal for acima do capital disponível  $C$ . Portanto, o modelo matemático será:

Determine  $L^*$  tal que:

$$L^* = \text{MAX} \{ L_i(x) \}$$

$$i \in I$$

s.a.

$$p_i(x) \leq C$$

$$x \in X \subset \mathbb{R}^n$$

onde:

$$L_i(x) = n_i p_i(x) - S_i(x)$$

sendo  $L_i$ ,  $p_i$ ,  $S_i$ ,  $n_i$ ,  $I$ ,  $x$  e  $X$  os mesmos dados no modelo construído na seção 6.6.8.

#### 6.6.10 Diagrama de Causa-Efeito

Quando da carta de controle notamos haver variações não-naturais, temos que descobrir as possíveis causas dessas variações. Uma ferramenta muito útil na identificação das possíveis causas é a análise de Causa- Efeito, também conhecida como "Diagrama Espinha de Peixe" ou "Diagram de Ishikawa".

Esta técnica mostra a relação entre o efeito e suas possíveis causas.

A carta é útil quando um pequeno grupo, que está familiarizado com os problemas, se reúne para trocar idéias (debater) sobre as possíveis causas dos problemas. O objetivo do grupo é trabalhar em conjunto para solucionar problemas. Um grupo bem treinado pode realizar um ótimo trabalho através da criatividade e dedicação de seus membros. Este grupo deve basicamente constituir-se de um presidente para conduzir a reunião, um secretário para elaborar e registrar as minutas, e finalmente um coordenador para auxiliar na coordenação das idéias, para que esta reunião não fuja dos propósitos iniciais.

Vejamos agora as etapas no uso desta ferramenta.

Etapas 1: A primeira etapa é delinear claramente o problema, ou seja, escrever o problema o mais especificamente possível.

Etapa 2: Formar a estrutura principal do diagrama (5M's), adicionando os tópicos principais: Método, Máquina, Mão-de-Obra, Material e Meio -Ambiente. (FIGURA 35).

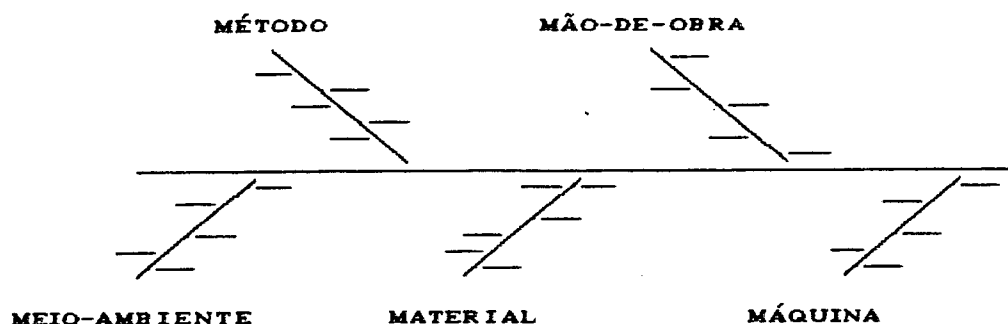


FIGURA 35: DIAGRAMA DE ISHIKAWA

FONTE: MOURA, REINALDO. CEP - CONTROLE ESTATÍSTICO DE PROCESSO, 1989.

Etapa 3: Trocar idéias sobre os problemas e suas possíveis causas.

Etapa 4: Os membros do grupo (CCQ) participam sugerindo uma causa, a qual é registrada num diagrama. Se algum membro por ventura não tiver nenhuma idéia, ele simplesmente diz "passo". A esta sessão damos o nome de "brainstorming" ("tempestade cerebral"), onde os membros do grupo devem sugerir o maior número possível de hipóteses para as causas de um problema, as quais devem ser registradas. É importante que durante a sessão não sejam feitos comentários negativos ou desfavoráveis. A sessão deve ser conduzida com espontaneidade e os membros devem esforçar-se para dar o maior número possível de idéias.

De modo geral, podemos dizer que as regras para o



brainstorming, são:

- a) Todos participam.
- b) Registro de todas as idéias ( por mais absurda que alguma possa parecer).
- c) Estabelecer as regras para "passar".
- d) Procurar evitar comentários negativos.
- e) Manter sempre a espontaneidade e a seriedade.
- f) Fornecer o maior número possível de idéias.

Etapa 5: Cada membro deve dizer onde sua idéia deve ser colocada dentro do diagrama 5M's, até que todos os membros sejam consultados e todas as causas possíveis e imagináveis sejam registradas na carta.

Etapa 6: Após a carta estar completa, os membros do grupo deverão selecionar as causas mais prováveis. Nesta etapa pode-se utilizar o voto simples, ou seja, cada membro pode votar nas causas que desejar e julgar serem as mais prováveis.

Etapa 7: Após a identificação das principais causas dos problemas, o grupo deve colocá-las em execução, para serem avaliadas. Isto deverá ser feito através das cartas de controle, pois esta pode nos informar rapidamente se a verdadeira causa foi encontrada ou não.

Freqüentemente, estas avaliações resultarão em estudos de como diversas causas podem estar interrelacionadas. Nesse caso, deve-se fazer um estudo sobre a correlação entre causas variáveis (este tópico será visto com detalhes no capítulo 7).

Resumindo, então as fases de implementação de um controle estatístico de processo, temos:

- 1) Formar um grupo envolvido no processo.

2) Trocar idéias sobre os problemas em sua área.

3) Selecionar os problemas principais.

4) Estabelecer as cartas de controle.

5) As cartas são interpretadas para determinar causas específicas e falhas do sistema e a análise de causa-efeito é utilizada para imaginar e colocar prioridades nas causas detectadas pelas cartas.

6) Verificar as causas verdadeiras.

7) Implementar soluções.

8) Instalar e manter controles como rotina.

OBS.: Atualmente já se fala em diagrama 6M, onde o sexto "M" seria o sistema de medição utilizado (FIGURA 36).

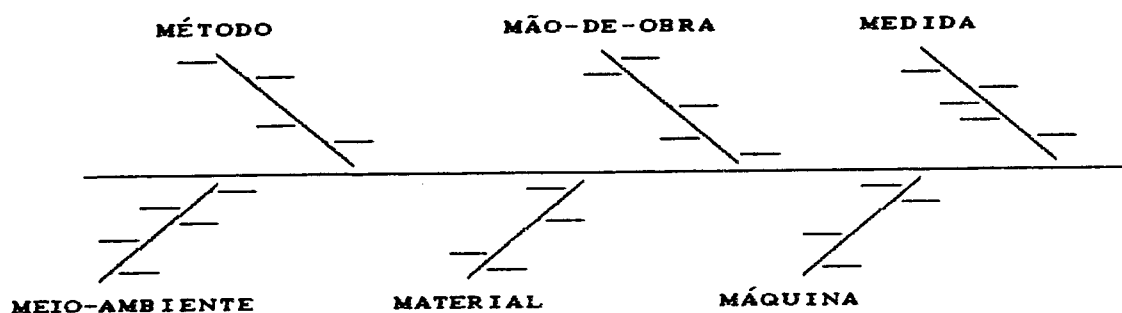


FIGURA 36.: DIAGRAMA DOS 6M'S.

FONTE: CAMPOS, VICENTE F. QUALIDADE TOTAL - ESTRATÉGIA PARA AUMENTAR A COMPETITIVIDADE DE EMPRESAS BRASILEIRAS, 1990.

#### 6-7 Qualidade Auxiliada por Computador (CAQ)

Conjugado com o TQC podemos utilizar um computador para auxiliar na solução das tarefas de controle, planejamento e na

administração da qualidade, promovendo assim uma sensível economia, não só de dinheiro, mas também de tempo. Os sistemas computadorizados oferecem ferramentas na obtenção dos dados, transformando-os em informações, ou pacotes de informações e distribuindo-os através de toda a fábrica, auxiliando no reconhecimento dos problemas da manufatura e melhorando todo o processo, ajudando ainda a mantê-lo sob controle.

Um sistema CAQ pode ajudar a identificar tendências no processo, bem como facilitar o seu ajuste. Pode também facilitar a interface e/ou a integração do chão de fábrica com outras áreas da empresa como engenharia e planejamento de recursos, melhorar o processamento de informações e a comunicação entre as linhas de produtos.

Uma programação lógica fornece os pontos de coordenação para a ligação entre os dados obtidos no chão de fábrica e os limites de controle, fazendo também um corretivo via feedback, caso seja necessário. Um software pode ser usado exclusivamente para fazer a análise corretiva do feedback.

Existem hoje no mercado muitos pacotes (software) prontos para a confecção de histogramas, cartas de controle, gráficos de Pareto e outros.

O computador também pode ser utilizado como instrumento de suporte de informação de apoio à tomada de decisões, ora com softwares para construir planilhas de dados de pesquisa de mercado (preferências dos consumidores, características de produtos concorrentes, etc.), ora com software para manipular e ter acesso a banco de dados sobre produtos, normas técnicas e literatura em geral.

Depois de achar as causas dos defeitos (diagrama de Ishikawa), eliminá-las, se os resultados mostrarem que estas foram realmente a(s) causas, registrar isso em banco de dados. Mais tarde pode-se ter um sistema computacional que auxilie na procura de causas de defeitos.

## CAPÍTULO VII

### 7 - IMPLANTANDO O SISTEMA DE PRODUÇÃO COM ESTOQUE MINIMIZADO

#### 7-1 Introdução

O Sistema de Produção com Estoque Minimizado pode ser de grande valia para muitas empresas enfrentarem a realidade da política de abertura das importações. Elas sabem que da maneira como produzem (sistema de produção utilizado) não vão ter muitas chances de sobrevivência quando as alíquotas sobre as importações atingirem percentuais mais baixos.

Como vimos, o Sistema de produção com Estoque minimizado possui suas colunas mestras calcadas sobre duas espécies de processos e técnicas, ou seja, o JIT e o TQC. Assim, a empresa que desejar operar com o novo Sistema deverá implantar o JIT/TQC.

Para a implantação do JIT/TQC a dificuldade mais freqüente, é conseguir o apoio da diretoria da empresa, pois um plano de mudança tão radical estará fadado ao fracasso se partir só dos escalões mais baixos.

Para promover o envolvimento dos membros do alto

escalão, a empresa deverá proporcionar a maior quantidade possível de cursos sobre o assunto. Um segundo passo também muito importante é promover o envolvimento do pessoal e criar um clima de expectativa sobre o início das mudanças.

A rigor, não existe uma ordem cronológica rígida para se atingir o topo do sistema, pois muitas empresas têm obtido sucesso por diferentes ordens de etapas. A ordem apresentada aqui (FIGURA 37) foi sugerida por Luiz Macedo Neto e é fruto das experiências bem sucedidas de empresas norte-americanas com subsidiárias no Japão.

#### Comentários Relevantes:

1- A ordem cronológica de implantação dada na FIGURA 37, deve ser vista de baixo para cima, até atingir o seu topo onde estará o tão almejado Sistema de Produção.

2- O sistema Kanban é o último estágio para se atingir o JIT/TQC. Entretanto, o Kanban poderá ser o primeiro estágio, ou seja, poderá ser implantado a qualquer momento em uma empresa e com qualquer nível de estoque. A diferença fundamental entre a implantação no último estágio, ou qualquer outro (principalmente o primeiro) será o tamanho dos lotes encomendados. "O tamanho dos lotes encomendados pelos Kanbans será inversamente proporcional ao grau de eficiência de cada empresa" [40].

3- A chave para a disponibilidade dos equipamentos está na elaboração e execução de um plano para todos os departamentos e em todos os níveis, motivando as pessoas a desenvolverem um sistema de manutenção produtiva total diminuindo, assim, a possibilidade de um equipamento quebrar.

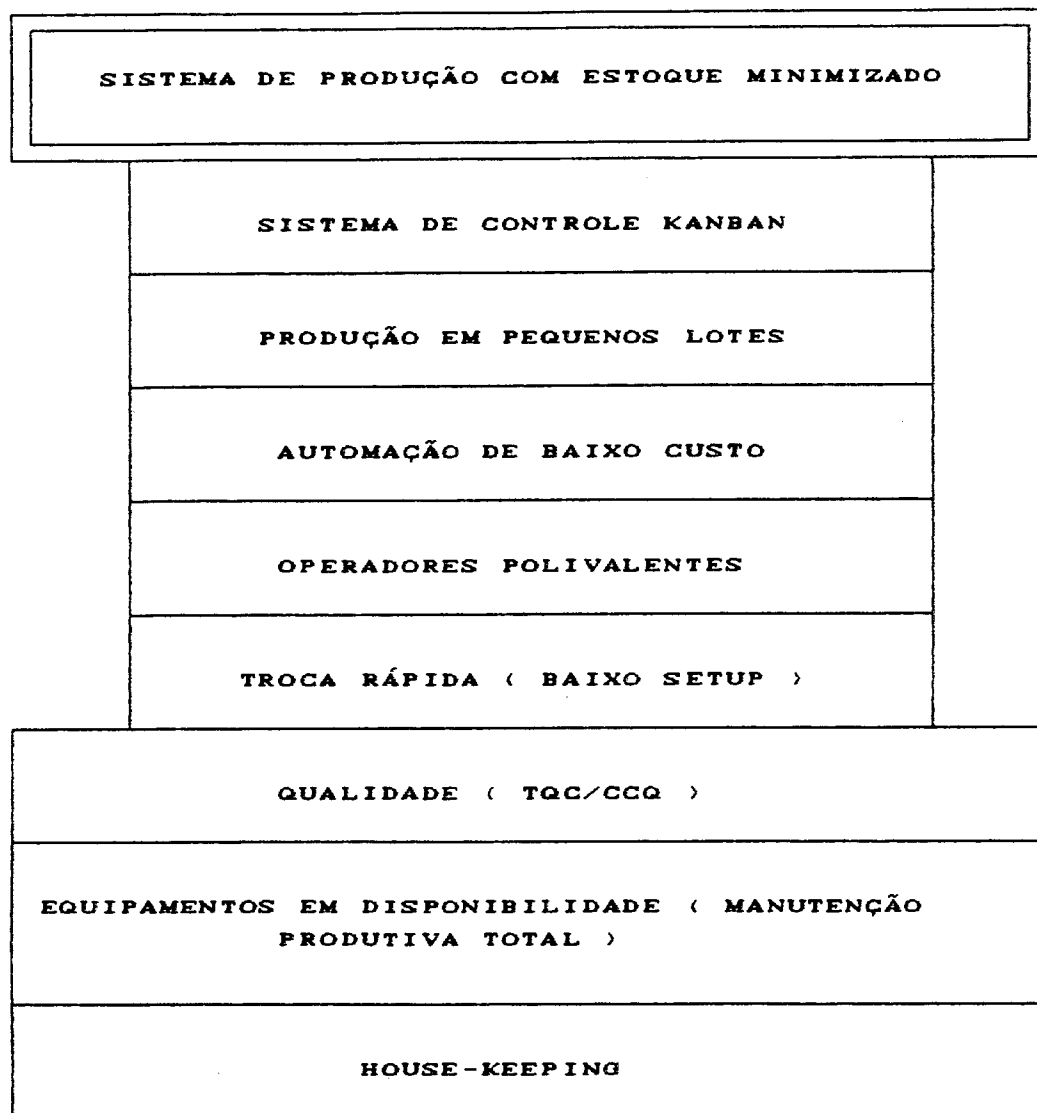


FIGURA 37: ORDEM DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA DE PRODUÇÃO COM ESTOQUE MINIMIZADO ( leia-se de baixo para cima).

FONTE: MACEDO NETO, LUIZ. SISTEMA DE PRODUÇÃO COM INVENTÁRIO MINIMIZADO: UMA ABORDAGEM TÉCNICO-FINANCEIRA, 1989.

4- Na opinião de Luiz Macedo a troca rápida deveria ser o primeiro passo a ser dado pela empresa na direção ao novo Sistema, pois para ele " o house-keeping dará aos funcionários a impressão de que o novo sistema exigirá esforços apenas por parte deles e não exigirá nada por parte da empresa, além do que, como o

segundo estágio é a disponibilidade dos equipamentos, ele poderá levar a empresa a comprar novos equipamentos que deixarão de ser necessários após a implantação da troca rápida, porque diminuindo o tempo de preparação, aumentam os tempos úteis das máquinas, gerando assim uma disponibilidade maior das mesmas, mesmo sem comprar outras".

Como vimos até agora, o Sistema de Produção com Estoque Minimizado pode trazer muitas vantagens à empresa que fizer uso dele. Entretanto, sua implantação poderá acarretar sérios transtornos administrativos e prejuízos de grande monta, se não for muito bem planejada e conduzida.

A forma de viabilização das idéias e de implantação dos planos tem que ser muito bem trabalhada, pois na pressa de provocar mudanças, confunde-se ação rápida com queima de etapas e atropelo dos envolvidos. Toda idéia e plano que, para serem implantados, exijam mudanças profundas e radicais na forma de pensar, na postura e na atitude das pessoas, como no caso do Sistema de Produção com Estoque Minimizado, têm por obrigação definir uma estratégia muito bem elaborada de como se atingir o ponto de mutação, que é aquele em que os agentes passam a alinhar-se em torno da nova idéia, aceitá-la como se fosse sua e agir dentro dela.

O não alinhamento provoca demoras exasperantes, ou até mesmo o fracasso total do plano, por mais bem elaborado e promissor que ele seja.

Após atingir os estágios propostos na FIGURA 37, a empresa estará apta à implantação do Sistema de Produção com Estoque Minimizado.



Uma das maneiras mais práticas de se atingir este Sistema seria a retirada gradativa do estoque de segurança ou estoques mínimos ou ainda estoques amortecedores, onde estoque de segurança é o volume de estoque projetado para absorver as variações na demanda, durante o tempo de ressuprimento ( ou variações no próprio tempo de ressuprimento).

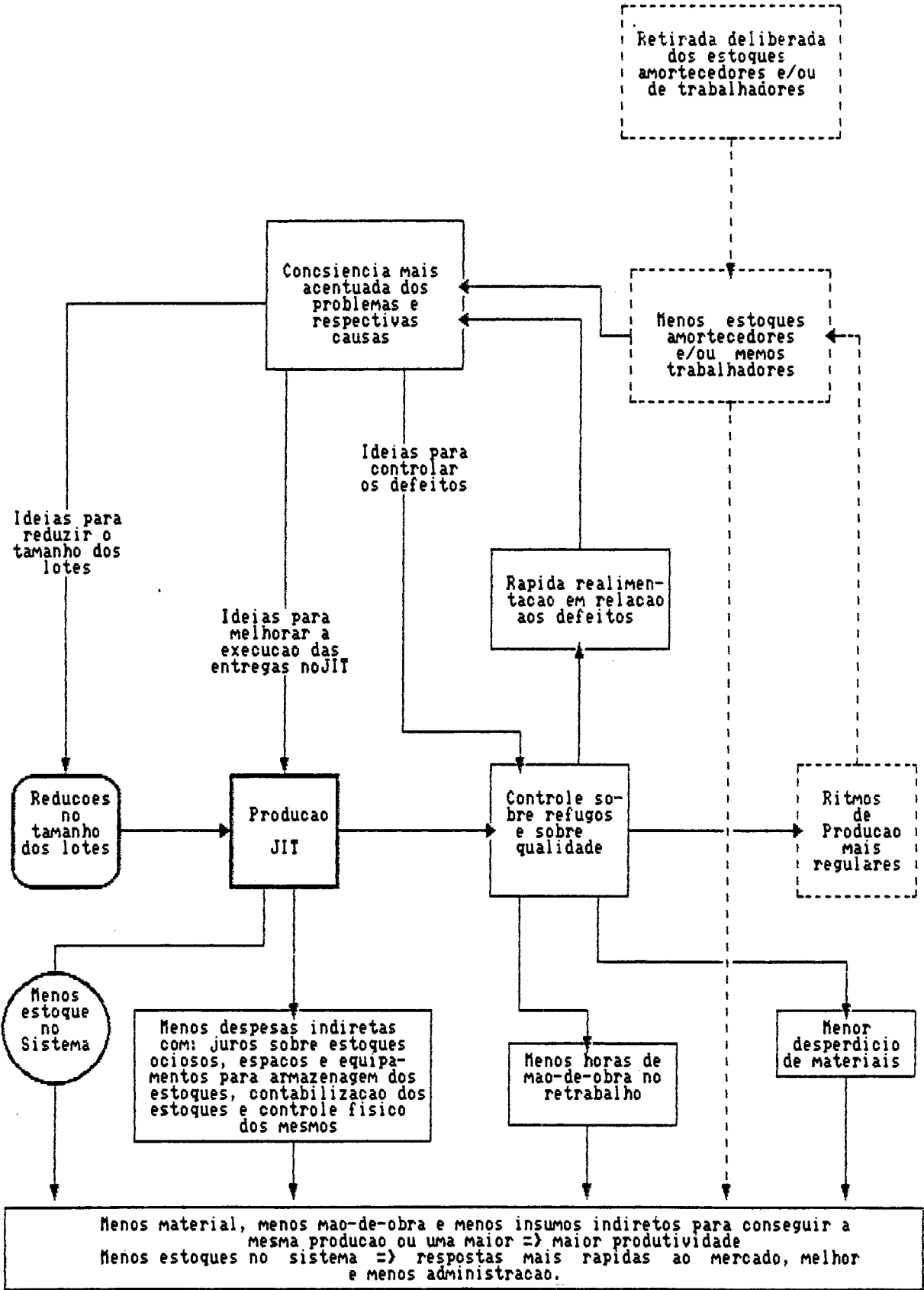
O conceito de estoque de segurança está tão disseminado e arraigado entre muitas empresas que existem fórmulas estatísticas para medir as irregularidades e traduzir matematicamente a medição efetuada no estoque de segurança. São métodos como: Estoque de segurança em função da demanda mensal, em função da demanda durante o tempo de ressuprimento, em função da percentagem de consumo, em função da curva normal, em função da distribuição de Poisson e muitos outros.

Para eliminarmos os estoques de segurança, temos que expor deliberadamente a força de trabalho às consequências da redução dos mesmos, trazendo como resultado a união, bem como a colaboração e dedicação permanente de todo o pessoal que tenta desarraigar as causas das irregularidades.

A parte da **FIGURA 04** alcançada pela retirada deliberada do estoque de segurança está realçada (parte pontilhada) na **FIGURA 98**.

Outra maneira de fazer surgir, para que sejam resolvidos, os problemas que prejudicam os métodos e equipamentos, não permitindo que a força de trabalho apresente desempenho melhor, é a retirada deliberada de operários da linha de produção. Retirar operários da linha de produção assemelha-se muito à retirada dos estoques de segurança entre as seções de produção.

Figura 38: Reflexos da Producao JIT Atingida Pela Retirada dos Estoques



FONTE - SCHONBERGER, RICHARD. TECNICAS INDUSTRIAIS JAPONESAS - NOVE LICOES OCULTAS SOBRE SINPLICIDADE, 1984.

Alguns especialistas do ramo (JIT/TQC) defendem uma redução drástica na quantidade de estoques mantida, alegando que com isto se causará um grande impacto, fazendo com que vários problemas apareçam de uma só vez, partindo-se assim para a solução deles.

Neste trabalho, procuramos ser mais cautelosos, propondo uma redução gradativa dos níveis de estoques, permitindo assim que a empresa possa ir se adaptando à nova situação criada pela implantação do novo sistema. Tudo isto em um intervalo de tempo suficientemente longo e dividido em subintervalos. (Veja algoritmo da seção 7.4.1).

Apresentaremos agora alguns conceitos e ferramentas, que serão de grande utilidade na implementação do algoritmo de implantação do novo sistema.

## 7-2 Correlações

As técnicas de correlação são utilizadas basicamente para analisar as relações entre duas ou mais variáveis, tendo como objetivo principal determinar quais variáveis são potencialmente importantes. O termo "correlação" é formado pelo prefixo "co" e pelo radical "relação". Logo, correlação indica até que ponto os valores de uma variável estão relacionados com os de outra variável.

Existem dois casos a considerar.

### 7.2.1 Correlação Simples

Para verificar se existe correlação simples entre  $n$  variáveis, basta verificar se há correlação entre:

- a) A primeira e as  $n - 1$  restantes, uma de cada vez.
- b) A segunda e as  $n - 2$  restantes, uma de cada vez, etc., até entre a  $(n-1)$ -ésima e a  $n$ -ésima.

Em geral, verifica-se qual a correlação entre a  $i$ -ésima variável e as demais  $n - i$ , com  $i = 2 \dots n$ .

Sejam  $X$  e  $Y$  duas variáveis quaisquer. Quando plotamos estas em um gráfico, podem ocorrer 3 diferentes situações (relacionamento linear), conforme ilustram as FIGURAS 39, 40 E 41.

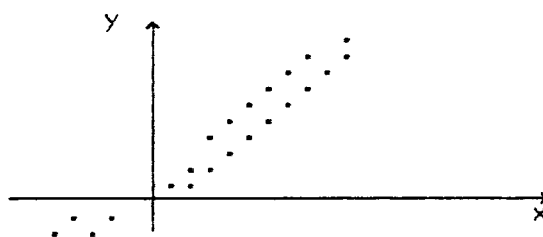


FIGURA 39: CORRELAÇÃO LINEAR POSITIVA

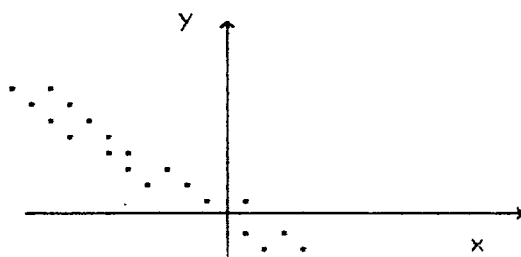


FIGURA 40: CORRELAÇÃO LINEAR NEGATIVA

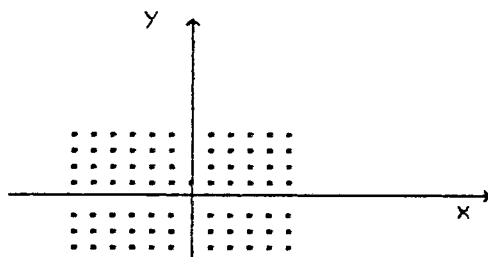


FIGURA 41: AUSÊNCIA DE CORRELAÇÃO

Na FIGURA 39 temos  $X$  e  $Y$  positivamente correlacionados, isto é, tendem a variar no mesmo sentido, então a maioria dos pontos  $(x_i, y_i)$  estará no primeiro e terceiro quadrantes. À medida que  $x_i$  aumenta  $y_i$  também aumenta.

Na FIGURA 40 temos  $X$  e  $Y$  correlacionados negativamente, isto é, tendem a variar em sentido contrário, então a maioria dos pontos  $(x_i, y_i)$  estará no segundo e quarto quadrantes. À medida que  $x_i$  aumenta,  $y_i$  diminui.

Caso não exista correlação, os pontos  $(x_i, y_i)$  estarão distribuídos pelos 4 quadrantes, ou seja, a distribuição dos pontos é totalmente ao acaso. (FIGURA 41).

OBS.: Existem outros tipos de "relacionamento" entre duas variáveis, sem ser a relação linear.

### 7.2.2 Correlação Múltipla

Quando se usa mais de uma variável independente numa análise de correlação, aplica-se o termo "análise de correlação

múltipla". Utiliza-se na correlação múltipla basicamente a mesma teoria da correlação simples, os cálculos porém, são mais longos e a interpretação dos resultados mais complexa. Além disso, a inclusão de variáveis adicionais aumenta os dados necessários e pode aumentar substancialmente o custo do estudo.

Na correlação múltipla deve-se verificar se há alguma correlação entre:

a) a  $j$ -ésima variável e todas as  $n-1$  restantes, sendo estas  $n-1$  tomadas todas de uma vez.

b) a  $j$ -ésima variável e todas as  $n-2$  restantes, sendo estas  $n-2$  tomadas todas de uma vez, etc., até entre  $j$ -ésima e as 2 últimas restantes.

Em geral, trata-se de verificar a correlação entre a  $j$ -ésima e todas as combinações possíveis entre duas ou mais dentre as outras  $n-1$  variáveis.

Existem muitas medidas que quantificam a dependência entre variáveis, entretanto, não faremos menção a isto, por ser um estudo muito trabalhoso (determinar o coeficiente de correlação entre as variáveis).

### 7-3 Utilização da Programação Matemática no Ajustamento de Pontos

Na prática, constata-se freqüentemente a existência de uma relação entre duas (ou mais) variáveis e se deseja expressar tal relação sob forma matemática, estabelecendo-se uma equação entre as variáveis. Este problema é conhecido como o problema de

ajustamento de pontos  $f(x)$ ,  $x \in \mathbb{R}^n$ , por uma função contínua do tipo:  $f: \mathbb{R}^n \rightarrow \mathbb{R}$ .

Este problema surge da necessidade de ajustarmos uma função contínua a um determinado número de valores medidos. Isto acontece pelo fato de não conhecermos a função em questão, sabemos apenas que se trata de uma superfície  $S \subset \mathbb{R}^{n+1}$ .

Assim, teremos o problema de programação matemática:

$$\begin{array}{ll} \text{MIN} & d \\ & \text{s.a} \\ & |f(x) - p(x)| \leq d \end{array}$$

onde: as incógnitas são a distância  $d$  e os coeficientes do polinômio  $p(x)$ , sendo:

$$p(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n.$$

A depender da norma utilizada na descrição das restrições do problema acima, podem surgir vários casos.

Por exemplo:

- A norma do máximo conduz a um problema de programação linear.

- A norma euclidiana conduz a um problema de programação não linear que, devidamente manuseado resulta no método dos mínimos quadrados.

- Outras normas conduzem a outros problemas de programação não linear. Para maiores informações sobre programação matemática, veja, por exemplo [...].

#### 7-4 Esquema para a Implantação Escalonada do Sistema de Produção com Estoque Minimizado

Conhecido o Sistema de Produção com Estoque Minimizado, apresentaremos um algoritmo que propomos seja utilizado para implantá-lo na empresa. Antes porém, ressaltamos que não se trata de um algoritmo no sentido matemático e portanto passível de implementação computacional, mas sim de uma política a ser adotada pela empresa que, com certeza trará resultados após certo tempo.

Convém relembrar que, ao efetuar uma redução de estoques, estamos forçando propositalmente que venham a tona os problemas existentes na empresa. Só assim eles poderão ser identificados, atacados e eliminados.

Em outras palavras, estamos propondo que a redução de estoques seja utilizada como ferramenta para a melhoria da qualidade, da produtividade e da competitividade da empresa como um todo.

Por sua vez, para solução de cada um dos problemas detectados é que serão selecionados um ou vários dos demais conceitos e ferramentas apresentados e descritos no presente trabalho.

##### 7.4.1 Algoritmo

Descreveremos aqui os passos do algoritmo principal, com alguns comentários relevantes, que deverão ser observados.



## ALGORITMO PRINCIPAL:

### Passo Inicial:

1)  $J := 0$ .

2) Escolha :

a) O percentual de redução  $x \in (0, 100)$ .

*(Comentário: Neste estágio a empresa deverá decidir o percentual de redução nos estoques com o qual começará a implantação do JIT/TQC. Cabe ressaltar que, de início, este percentual não deve ser muito elevado para não causar um colapso na linha de produção).*

b) O subintervalo  $t_i$ .

*(Comentário: Estes subintervalos deverão ser relativamente longos, permitindo assim à empresa descobrir e resolver os problemas que estavam encobertos pelos altos níveis de estoques, por exemplo  $t_i = 2$  meses).*

c) O número máximo admissível de tentativas  $L > 0$

*(Comentário: Este número vai depender do tipo de empresa de que se está tratando, das pessoas que nela trabalharem, da natureza das operações da empresa, dos tipos de problemas, etc).*

### Procedimentos:

#### Procedimento Identificação:

-Identificar o(s) problema(s) ocorridos em todas as minúcias, utilizando para isto as cartas de controle, ou seja, através das cartas de controle fazer um levantamento completo do(s) problema(s).

Aqui o tipo de carta a ser utilizada deverá ser a carta de controle para variáveis, onde as variáveis serão do tipo quantitativo (exemplos: número de estrangulamentos, paralizações, gargalos, etc.).

#### Procedimento Causas:

- Neste procedimento deve-se fazer um levantamento das possíveis causas dos problemas (efeitos) detectados no procedimento 1, através da elaboração do diagrama de causa-efeito, realizando para isto um brainstorming.

Após a identificação das causas, deve-se fazer também neste procedimento a determinação das correlações entre todas as possíveis causas e cada um dos efeitos.

#### Procedimento Ajustamento:

- Neste procedimento faz-se o ajustamento multivariável para se determinar como as diversas causas se relacionam com o efeito (equação matemática), obtendo desta maneira p.ex. o polinômio  $p(x)$  e através de métodos matemáticos convencionais, calculamos os pontos críticos (de mínimo, de máximo e de inflexão) deste polinômio. Enfim, pode-se determinar as  $n$ -uplas de causas que minimizem os problemas, caso eles não possam ser eliminados completamente.

#### Procedimento Principais:

Após a identificação dos problemas e identificação das causas deve-se identificar dentre elas as principais; o que poderá ser feito pelo diagrama de Pareto convencional, ou até mesmo por votação direta após o brainstorming.

Procedimento Solução:

De posse das causas principais, deve-se elaborar uma solução técnica, determinando sua viabilidade sob os aspectos financeiros, administrativos e sociais, identificando o que será necessário modificar acrescentar/suprimir na empresa ou setor para implantação da solução. Esta análise deverá ser feita através da elaboração do diagrama de Pareto Modificado (seção 6.6.8).

Passo Principal:

1) Reduza os estoques em  $x$  % durante o período  $t_i$ .

2) Surgiu algum problema?.

Sim  $\rightarrow$  3.

Não  $\rightarrow$  12.

3)  $J := J + 1$ .

4) Procedimento Identificação.

5) Procedimento Causas.

As causas dos problemas são deficiências técnicas e/ou dos recursos humanos?

Não, então volte ao nível de estoque imediatamente anterior e  $\rightarrow$  15.

Sim: Existe correlação entre estas causas?

Não  $\rightarrow$  7 .

Sim  $\rightarrow$  6.

6) Procedimento Ajustamento.

7) Procedimento Principais.

8) Procedimento Solução.

9) A solução do procedimento solução é viável?

- Sim  $\rightarrow J := 0 \rightarrow 10$ .

- Não: - Se  $j \geq L \rightarrow 14$

- Senão considere essa inviabilidade como um problema surgido → 3.

10) Esta solução poderá ser implantada durante o período  $t$  ?

- Sim → 11.
- Não, então voltar ao nível de estoque imediatamente anterior e decidir: a) diminuir o percentual da redução e voltar ao início.  
b) Aumentar o subintervalo  $t_i$  e voltar ao início.

*(Comentário: Poderá ocorrer que a solução possa ser implantada sem a necessidade de um acréscimo nos estoques, o que seria mais recomendável).*

11) Implante a solução.

12) Houve Vantagens?

- Não → Considere isto como um problema surgido → 3.
- Sim → Identifique tais vantagens em todas as minúcias documentando o fato.

13) É possível reduzir ainda mais os estoques?

- Sim →  $J := 0$  e voltar ao início.
- Não → 16.

14) Não é possível reduzir os estoques em  $x\%$  de uma só vez:  
Diminuir o % de redução e recomeçar o procedimento.

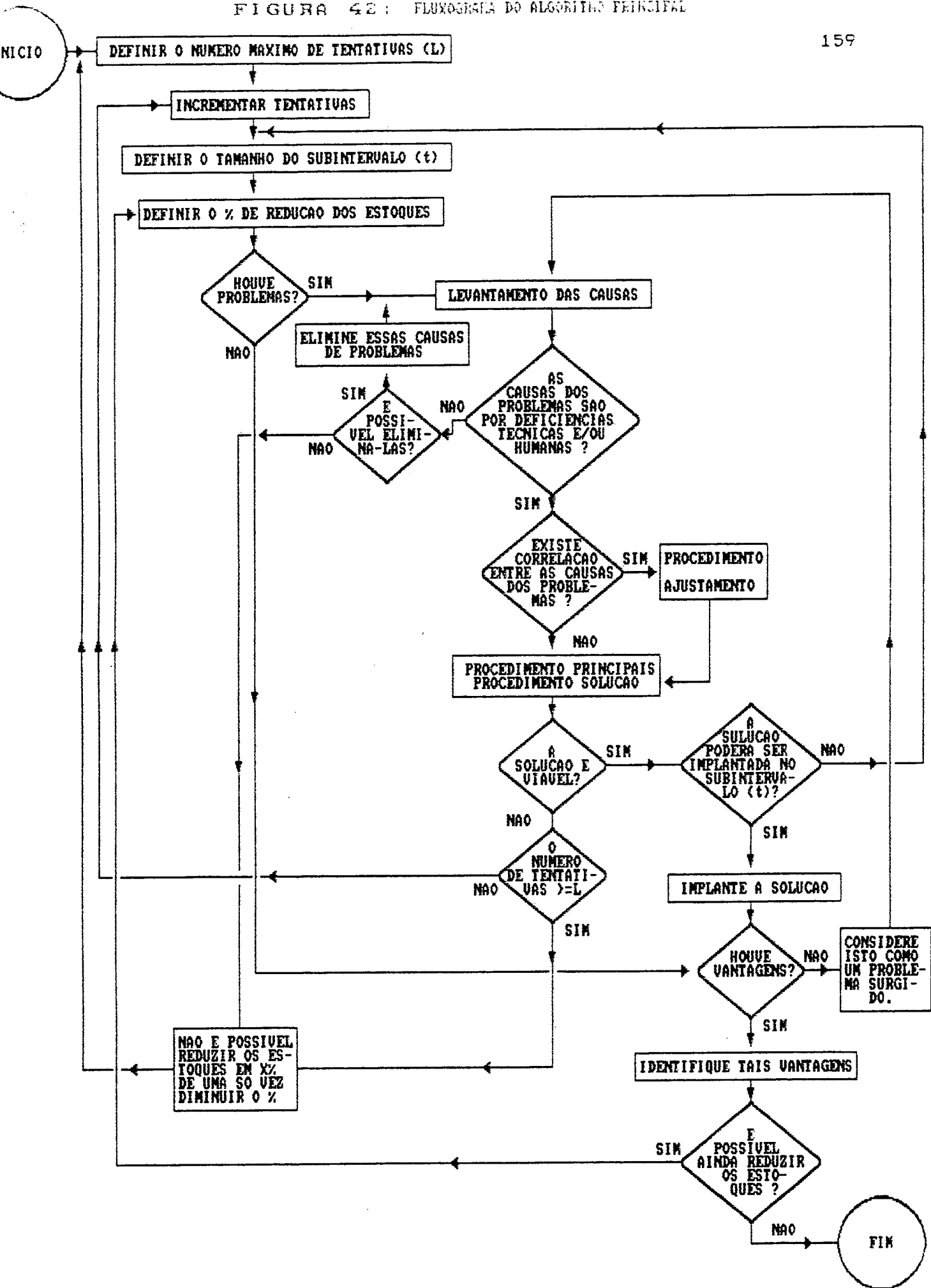
15) As causas estarão fora do âmbito da empresa. É possível eliminá-las?

- Sim → 3.
- Não → Não é possível reduzir os estoques de uma só vez, diminuir o % e recomeçar o processo.

16) FIM.

#### 7.4.2 Fluxograma

Uma maneira gráfica de visualizar as etapas do algoritmo é através de um fluxograma, vejamos ( FIGURA 42):



## CAPÍTULO VIII

### 8 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A seguir apresentaremos algumas conclusões e recomendações do trabalho.

#### 8-1 Conclusões

O aumento na diversificação dos produtos, as constantes inovações tecnológicas, a redução no tamanho dos lotes, as fortes pressões impostas pelo mercado e a necessidade de serem competitivos, têm levado muitas empresas a repensar suas formas, sistemas e filosofias de produção.

Infelizmente, ainda existem muitos empresários que afirmam que o JIT/TQC não pode ser implantado no Brasil devido às profundas diferenças culturais existentes entre nós e o povo japonês. Descrença gerada por desconhecimento do assunto ou mesmo por antipatia] causada pelo cansaço de ouvir e ler siglas como: TQC, JIT, CCQ, CEP, etc...

Entretanto, se pararmos e analisarmos profundamente os princípios sobre os quais estão baseados o JIT e o TQC, concluiremos que eles nada têm a ver com características

sócio-culturais de algum povo mas, sim, com valores e anseios do gênero humano.

Assim, não devemos ficar parados contemplando o sucesso da indústria japonesa e as conseqüentes ameaças que elas representam a nossa indústria, mas sim, usarmos nossa criatividade e as experiências dos japoneses para tirar alguma vantagem destas diferenças entre o Brasil e o Japão, pois enquanto ainda desperdiçamos muito material devido a má qualidade total de nossas empresas, sofreremos paralisações nas linhas de produção, os japoneses tendem a dominar todos os mercados, inclusive o nosso.

Diante deste quadro desolador, chegamos à conclusão de que temos de fazer mudanças urgentes em nosso modo de pensar e agir, pois nossas empresas não conseguirão resistir por muito tempo às pressões competitivas do mercado.

Procurando então auxiliar nestas mudanças, elaboramos esta dissertação, acreditando que ela possa vir a ser útil aos empresários brasileiros, aos estudiosos do assunto e a todos aqueles que, de uma maneira ou outra, sentem que podem buscar sua realização imprimindo uma orientação criativa a sua atuação.

Embora um sistema de produção que funcione totalmente sem estoques seja utopia, este objetivo deve sempre ser perseguido, através de contínuo aperfeiçoamento do sistema.

Ressaltamos porém que, mesmo com a implantação do Sistema de Produção com Estoque Minimizado, com o que se estará deliberadamente expondo os problemas que atingem a empresa, para que possam ser atacados e eliminados, elas não se tornarão competitivas da noite para o dia, pois o mercado interno, bem como os mercados internacionais estão longe de exhibir livre

concorrência, ao contrário, caracterizam-se hoje por todo tipo de distorções.

### 8-2 Recomendações

Quando uma empresa decide aplicar o Sistema de Produção com Estoque Minimizado, levará alguns meses ou anos para conseguir implantá-lo. Entretanto, este sistema é dinâmico, ou seja, deve ser aperfeiçoado e vigiado por toda a vida da empresa.

Quanto ao campo Qualidade/Produtividade, este também constitui um assunto que dificilmente será esgotado. Assim, temos algumas sugestões para trabalhos futuros a serem desenvolvidos e que tenham uma identificação maior com o trabalho aqui exposto.

1) O algoritmo aqui apresentado, poderá com algumas modificações transformar-se em um sistema especialista para implantação do Sistema de Produção com Estoque Minimizado.

2) Deve-se fazer, numa etapa evolutiva deste trabalho, uma prova de campo, ou seja, um estudo da aplicabilidade do sistema proposto em empresas privadas e em empresas públicas, realizando uma análise comparativa dos resultados obtidos em cada um dos casos.

3) O trabalho foi desenvolvido visando ser aplicado em empresas manufatureiras, sendo necessárias algumas adaptações para a aplicação em uma empresa de prestação de serviços.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [01] - AMMER, Deans S. *Administração de Materiais*. Rio de Janeiro: LTC, 1979.
- [02] - ATTERSBY, Albert. *A Guide Stock Control*. England: A Bim Publications, 1978.
- [03] - AVIEL, David. Why the United States Isn't Winning the Trade War With Japan. *Industrial Management*, p. 14-20, March/April 1990.
- [04] - BARTARMANN, Flávio C. Idéias Básicas do Controle Moderno de Qualidade. In: *SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA*, 1986, Campinas. Anais...
- [05] - BAZARAA, M. S., SHETHY, C.M. *Nonlinear Programming - Theory and Algorithms*. New York: John Wiley & Sons, 1979.
- [06] - BIELECKI, J., KUMAR, P. Optimality of Zero Inventory Policies for Unreliable Manufacturing Systems. *Operations Research*, v. 36, p. 332-341, July/August 1988.
- [07] - BITRAN R. Gabriel, CHANG, Li. A Mathematical Programming Approach to a Determinist Kanban Systems. *Management Science*, v. 33, p. 427-441, April 1987.
- [08] - BOCKERSTETTE, Joseph. Misconception Abound Concerning JIT Operating Philosophy. *Industrial Engineering*, p. 54-58, September 1988.
- [09] - BYRD JR., Jack, CARTER, Mark. A Just-in-Time Implementation Strategy at Work. *Industrial Management*, p. 8-10, March/April 1988.

- [10] - CAMPOS, Vicente F. *Qualidade Total - Estratégia para Aumentar a Competetividade de Empresas Brasileiras*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1990.
- [11] - CAVALCANTI, Kleber N. *Uma Abordagem Sistemica para o Diagnóstico da Qualidade*. Florianópolis: UFSC, 1990. Dissertação ( Mestrado em Engenharia de Produção ) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1990.
- [12] - CERTI INFORMÁTICA. *Capacidade do Processo e Controle Contínuo de Processo*. Florianópolis, junho 1982.
- [13] - CÍRCULOS de Qualidade - Idéia Japonesa, com Certeza. *Vida Industrial*, p. 18-21, abril 1984.
- [14] - CORRÊA, Joary. *Gerência Econômica de Estoques e Compras*. Rio de Janeiro: FGV, 1979.
- [15] - CRAWFORD, Karlene, BLACKSTONE, John, COX, James. A study of JIT Implementation and Operating Problems. *International Journal Production Reaseach*, v. 26, p. 1561-1568, September 1988.
- [16] - DELERSNYDER, Jean-Luc, HODESON, Thon, MULLER, Henri. Kanban Controlled Pull Systems: an Analytic Approach. *Management Science*, v. 35, p. 1079-1091, September 1987.
- [17] - EDSOMWAAN, Johnson, MARSH, Carlena. Streamlining the Material Flow Process for JIT Production. *Industrial Engineering*, p. 46-50, January 1989.
- [18] - EKAMBARAM, Sathya K. *A Base Estatística dos Gráficos de Controle de Qualidade, um Manual para Dirigentes Industriais e Comerciais*. São Paulo: Editora Polígono. 1972.
- [19] - ETTKEN, Lawrence P., RAISZADEH, F.M.E., HENT JR., Harold R. Just-in-Time: A Timely Opportunity for Small Manufactures. *Industrial Management*, January/February 1990.
- [20] - FARIA, José H. *Círculos de Controle de Qualidade - A*

Estratégia Recente da Gestão Capitalista de Controle e Modificação do Processo Técnico do Trabalho. *Revista de Administração*, v. 19, p. 9-16, jul/set. 1984.

- [21] - FENSTERSEITER, Jaime E. Um Modelo Conceitual para Avaliação de Investimentos em Tecnologias Flexíveis da Produção. *Documentos para Estudo da PPGA/UFRGS*, Porto Alegre, Novembro 1990.
- [22] - FRANCISCO, Devanil A. Minimização dos Estoques em uma Linha de Produção. In: *ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 1990, Belo Horizonte. Anais...
- [23] - FREUND, Richard. Definitions and Basic Quality Concepts. *Journal of Quality Technology*, v. 17, p. 50-56, January 1985.
- [24] - FULLMANN, Claudiney et al. *MRP, MRP II, MRP III, OPT e GDR*, São Paulo: Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, 1989.
- [25] - GETTING, Marty. A Computer Aided Approach to Manufacturing Quality. *Industrial Engineering*, p. 18-21, March 1990.
- [26] - GLASHOFF, K., GUSTAFSON, Sven-Ake. *Linear Optimization and Approximation*. New York: Springer Verlag, 1983.
- [27] - GOLÇALVES FILHO, Eduardo V., FERNANDES, Flávio C. *Tecnologia de Grupo*. SP: UFSCar, 1990.
- [28] - GOLDRATT, Eliyahu, FOX, Robert. *A Corrida pela Vantagem Competitiva*, São Paulo: IMAM, 1989.
- [29] - GONÇALVES FILHO, Eduardo V., CHRISTIANO, Antonio. Projeto e Implantação de Células de Manufatura. *Máquinas e Metais*, p.12-18, junho 1990.
- [30] - GREEN, F.E. When Just-in-Time Breaks Down on the Line, *Industrial Management*, p. 26-29, January/February 1989.
- [31] - GRUPO Case. *Controle Estatístico do Processo*. Sorocaba: 1987.
- [32] - GUIMARÃES NETO, Samuel P. Modernização, Liberalização e Política Externa. *Revista Ciência Hoje*, v. 12, p. 21-29,

dezembro 1990.

- [33] - HARVEY, Graham. Um Caso de Implantação do TQC em uma Grande Indústria. *Máquinas e Metais*, p. 18-22, dezembro 1990.
- [34] - HEGSTAAD, Mike. A Simple, Low-risk, Approach to JIT. *Production Planning & Control*, v. 1, p. 53-60, Jan 1990.
- [35] - HOHNER, Gregory. JIT/TQC: Integrating Product Design Whit Shop Floor Effectiveness. *Industrial Engineering*, p. 42-47, September 1988.
- [36] - JOHNSON, Thomas W., MANDOOCHEHRI, G. H. Adopting JIT Implications for Worker Roles and Human Resource Management. *Industrial Management*, p. 2-6, May/June 1990.
- [37] - JURAN, J.M. *Juran Planejando para a Qualidade*, São Paulo: Pioneira 1990.
- [38] - LEÃO, Manuel L. Os Impactos da Automação na Produção Industrial. *Máquinas e Metais*, p. 21-26, julho 1989.
- [39] - LUBBEN, Richard J. *Just-in-Time - Uma Estratégia Avançada de Produção*. São Paulo: McGraw-Hill, 1989.
- [40] - LUFT, Celso P. *Pequeno Dicionário da Língua Portuguesa*. São Paulo: Editora Spione, 1984.
- [41] - MACEDO NETO, Luiz. *Sistema de Produção com Inventário Minimizado: Uma Abordagem Técnico-Financeira*. São Paulo: IMAM, 1989.
- [42] - MIRSHAWAKA, Victor. *Implantação da Qualidade e da Produtividade pelo Método do Dr. Deming*. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.
- [43] - MIRSHAWAKA, Victor, FERREIRA, Getulio A. *Estratégia para a Qualidade Total*. São Paulo: Editora Nobel, 1987.
- [44] - MIYAZAKIS, S., OHTA, H. The Optimal Operation Planning of Kanban to Minimize the Total Operation Cost. *International Journal Production Research*, v. 26, p. 1605-1611, November 1989.
- [45] - MONDEN, Yasuhiro. *Sistema Toyota de Produção*. São Paulo:

IMAM, 1984.

- [46] - MOREIRA, Daniel A. Produtividade na Indústria Paulista. *Revista de Administração*, São Paulo: p. 3-10, abril/junho 1988.
- [47] - MORETTIN, Pedro A., BUSSAB, Wilton O. *Estatística Básica*. São Paulo: Atual Editora, 1984.
- [48] - MOURA, Reinaldo. *CEP - Controle Estatístico de Processo*. São Paulo: IMAM, 1989.
- [48.b] ——— Como Tornar o Controle de Estoque mais Eficaz. *Movimentação e Armazenagem (M&A)*. p. 41-44, agosto 1980.
- [48.c] ——— Estoque Demais Estão Corroendo o Lucro das Empresas. *M&A*, p. 40-43, junho 1982.
- [48.d] ——— Estoque: O Que Fazer Quando o Dinheiro é Limitado. *M&A*, p. 47-49, novembro 1980.
- [48.e] ——— Implantar o Kanban para Atingir o JIT. *M&A*, p. 12-18, setembro/outubro 1989.
- [48.f] ——— *Kanban - A Simplicidade do Controle e da Produção*. São Paulo: IMAM, 1989.
- [48.g] ——— MRP e MRPII, *M&A*, p. 15-20, março/abril 1985.
- [48.h] ——— O Impacto do Sistema Just-in-Time. *M&A*, p. 33-37, nov/dez. 1985.
- [48.i] ——— O JIT Aperfeiçoa os Resultados. *M&A*, p. 25-27, jan/fev. 1989.
- [48.j] ——— Uso do Kanban no Brasil é Encarado com Reservas. *M&A*, p.38-41, março 1989.
- [49] - MYERS, Scott. Let JIT Mend Your Split Culture, *Industrial Management*, p. 11-18, March/April 1988.
- [50] - NAPOLITANO, Maria C. A Teoria Z. *Vida Industrial*, p. 11-17, junho 1985.
- [51] - OUCHI, William G. *Teoria Z: Como Enfrentar o Desafio Japonês*. São Paulo: Editora Nobel, 1985.

- [52] - PALADINI, Edson P. *Controle de Qualidade: Uma Abordagem Abrangente*. São Paulo: Atlas, 1990.
- [53] - PALMER, Colin F. *Controle Total de Qualidade*. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.
- [54] - PETERS, Michael, BLACKSTONE, John, COX, James. Joint Determination of Optimal Inventory and Quality Control Polity. *Management Science*, v. 34, p. 991-1003, August 1988.
- [55] - PFAU, Loren D. Total Quality Management Gives Companies A Way to Enhance Position in Global Marketplace. *Industrial Engineering*, p. 17-21, April 1989.
- [56] - PHILLIS, Deane. *A Revolução Industrial*. Rio de Janeiro: Zahar Editora, 1975.
- [57] - REITSPERGER, Wolf, RICHMAN, Gene. A Different View Japanese Industrial Success. *Industrial Management*, p. 20 - 23, november/december 1986.
- [58] - RENAULT, David. O Ano Da Qualidade. *Revista Exame*, Fev. 1986.
- [59] - REVISTA IBM, Rio de Janeiro: IBM, número 15, p. 10-17, março de 1983.
- [60] - RIOUX, Jean P. *A Revolução Industrial*. São Paulo: Pioneira, 1975.
- [61] - ROESCH, Sylvia, ANTUNES, Elaine D. O JIT e a Emergência de um Novo Cargo: O Operador Multifuncional. *Documentos para Estudo da PPGA/UFRGS*, Porto Alegre, junho 1990.
- [62] - ROSENFELD, Donald B. Disposal of Excess Inventory. *Operations Research*, v. 37, p. 404-409, May/June 1989.
- [63] - SCANZON, Larry. JIT Theory Goes on Line at Sundstrand Data Control. *Industrial Engineering*, p. 31-3, August 1989.
- [64] - SCHONBERGER, Richard J. *Técnicas Industriais Japonesas: Nove Lições Ocultas Sobre Simplicidade*. São Paulo: Pioneira, 1984.
- [65] - SEABROOKE JR., J.W. Applying Just-in-Time and Total Quality

Control to Overhead Functions, p. 4-8, July/August 1989.

- [66] - SELL, Ingeborg. *Plano de Amostragem Simples para Inspeção da Qualidade de Lotes por Atributos*. Florianópolis: UFSC, 1982. Dissertação ( Mestrado em Engenharia em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1982.
- [67] - SERRA COSTA, José de Jesus. *Controle de Qualidade - Aspectos Organizacionais e Modelo Estatístico*. Rio de Janeiro: Editora Rio, 1977.
- [68] - SHELDON, Ronald, KLEINER, Brian. What Japanese Management Techniques Can ( or Should) be Applied by American Managers? *Industrial Management*, p. 17-19, May/June 1990.
- [69] - SILVA, Ivan J. Anatomia da Produtividade. *Revista de Administração de Empresas*, p. 47-52, jul/set. 1986.
- [70] - SIMERS, David, PRIEST, John, GARY, Jack. Just-in-Time Techniques in Process Manufacturing Reduced Lead Time, Cost, Raise Productivity, Quality. *Industrial Engineering*, p.19-23, January 1989.
- [71] - SIPPER, Daniel, SHAPIRA, Reuven. JIT vs.WIP -a Trade-off Analysis. *International Journal Production Research*, v. 27, p. 903-914, June 1989.
- [72] - SPENCE, Annem, PORTEUS, Even. Setup Reduction an Increase Effective Capacity. *Management Science*, v. 30, p. 1291-1301, October 1987.
- [73] - SPENCER, Alceu. *Controle Estatístico de Processo*. Joinville: Fundação Tupy, 1989.
- [74] - STANGE, Plínio. A Fábrica do Futuro, com a Utilização do Robô. In: *CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA*. 1985,Santiago.
- [74.b] ——— Introdução à Automatização de Sistemas de Produção. In: *CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA*. 1985, Santiago.
- [74.c] ——— Máquinas a Comando Numérico ( NC. "Numerical Control"). In: *CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA*

ELÉCTRICA., 1985, Santiago.

- [74.d] ——— Robôs Industriais: Conceituação Básica. In: CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA. 1985 Santiago.
- [74.e] ——— Uma Sugestão para Implantação do Sistema de Produção JIT. In: CONGRESO CHILENO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA. 1985, Santiago.
- [75] - STEMMER, Gaspar E. Tecnologia de Grupo e Células de Fabricação. *Revista de Sistemas e Equipamentos de Movimentação e Armazenagem de Materiais*, p. 61-66, jan/fev. 1983.
- [76] - STOCKTON, Robert S. *Sistema Básico de Controle de Estoque, Conceitos e Análise*. São Paulo: Atlas, 1980.
- [77] - STEVENSON, W. *Estatística Aplicada à Administração*. São Paulo: Editora Harbra, 1981.
- [78] - SUTTON, John R. American in Search of a Competitive Advantage in World Class Manufacturing. *Industrial Engineering*, p. 14-15, May 1990.
- [78.b] ——— From Total Chaos to Total Quality. *Industrial Engineering*, p. 18-19, September 1990.
- [79] - TOLEDO, Jose C. O Sistema Japonês de Controle de Qualidade. *Revista de Administração de Empresas*, p. 77-79, jul/set. 1986.
- [79.b] ——— Qualidade Industrial, Conceitos, Sistemas e Estratégia, São Paulo: Atlas, 1987.
- [80] - TUBINO, Dalvio F. *Administração de Materiais*. Florianópolis: UFSC, [19..].
- [81] - URURAHY, Sylvio C. *Manual de Controle de Qualidade*. RJ: Confederação Nacional da Indústria - Departamento de Assistência à Média e Pequena Indústria, 1985.
- [82] - VELASQUEZ, Concepcitón. *Uma Abordagem Conceitual do Sistema de Informação da Qualidade*. Florianópolis: UFSC, 1987. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção,



Universidade Federal de Santa Catarina, 1987.

- [83] - WELKE, Helmut A., Overbeeke, John. Cellular Manufacturing a Good Tecnnique for Implementing JIT an Total Quality Control. *Industrial Engineering*, p. 36-41, November 1988.
- [84] - WILLIS, T.H., HUSTON, Richard, ABY JR., Carroll D. Just-in-Time Purchasing From the Supplier's Point of View, *Industrial Management*, p. 23-26, November/December 1989.
- [85] - WOOD, Stephen. O modelo Japonês de Administração. *Documento para Estudo da PPGA/UFRGS*, Porto Alegre, setembro 1990.
- [86] - ZANGWILL, Willard I. From EOQ Towards ZI. *Management Science*, v. 33, p. 1209-1223, October 1987.
- [86.b] ——— Eliminating Inventory in a Series Facility Production System, *Management Science*, v. 33, p. 1150-1164, September 1987.
- [87] - YUKI, Mauro M. *Uma Metodologia de Implantação de Técnicas e Filosofias Japonesas na Gestão de Empresas Brasileiras*. Florianópolis: UFSC, 1988. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1988.